فرنر بودلر

# إلى عالم آخر

## مناظير وصواريخ ونجوم

ترجمة

د. عبد الحميد أمين

مراجعة

د. محمد رضا مدور

تقديم

د. عبد المنعم جلال

الكتاب: إلى عالم آخر .. مناظير وصواريخ ونجوم

الكاتب: فرنر بودلر

ترجمة : د. عبد الحميد أمين

مراجعة : د. مُحَمَّد رضا مدور

تقديم : د. عبد المنعم جلال

الطبعة: ٢٠٢١

الطبعةالأولى: ١٩٥٦

الناشر: وكالة الصحافة العربية ( ناشرون)

٥ ش عبد المنعم سالم – الوحدة العربية – مدكور- الهرم –
الجيزة - جمهورية مصر العربية
هاتف : ٣٥٨٢٥٢٩٣ ـ ٣٥٨٦٧٥٧٦ ـ ٣٥٨٦٧٥٧٥
فاكس : ٣٥٨٧٨٣٧٣
**http://www. bookapa.com E-mail: info@bookapa.com**



دار الكتب المصرية
فهرسة أثناء النشر

بودلر ، فرنر

إلى عالم آخر .. مناظير وصواريخ ونجوم / فرنر بودلر, ترجمة: عبد الحميد أمين ، مراجعة : د. مُحَمَّد رضا مدور، تقديم : عبد المنعم جلال – الجيزة – وكالة الصحافة العربية.

٢٠١ ص، ١٨*٢١ سم.

الترقيم الدولى: ٦ – ١٨١ – ٩٩١ – ٩٧٧– ٩٧٨

أ – العنوان            رقم الإيداع : ٧٨١٩ / ٢٠٢١

# إلى عالم آخر
## مناظير وصواريخ ونجوم

وكالة الصحافة العربية
«ناشرون»

# مقدمة

تبسيط العلوم هو عملية شرح المبادئ الأساسية والاكتشافات العلمية والإنجازات التقنية بأسلوب مفهوم لغير المتخصصين، وعرضها بشكل يجعلها في متناول الجميع، موضوع حساس ومهم جداً في وضع استراتيجيات التحول نحو المستقبل، خاصة وأن نتاجات العلوم قد أصبحت جزءاً من حياتنا واستعمالاتنا اليومية، لأنها توفر لنا المزيد من القدرات في شتى المجالات، وتكتسب عملية تبسيط العلوم قيمتها من إسهامها في إيجاد أسس من التفكير العلمي لدى القارئ العام، يشكل لديه قدراً من الحصانة ضد أفكار الشعوذة والدجل.

ولهذا فإن مهمة اختيار أهم كتب تبسيط العلوم، ليست سهلة، مع وعينا أن هذه النوعية من الكتب لا تستهدف فقط الصبية والناشئين ، وإنما توجد منها نوعية مهمة يتوجه بها مؤلفوها إلى كبار السن، وقد سعت الدول المتقدمة إلى رفع المستوى الثقافي للمجتمع بشكل مستمر، عن طريق جعل معطيات العلوم والتكنولوجيا في متناول الجميع على اختلاف ثقافاتهم وأعمارهم، وتتيح هذه الكتب لمعظم الناس احتكاكا مباشرا بمعطيات العلوم والتكنولوجيا، من خلال مباشرة مهامهم أو وسائل تسليتهم اليومية، ما يتطلب أن يكون لديهم أفق فكري يستوعب ذلك.

ولم يقتصر الاهتمام بهذا الجانب على جهود أناس معينين في المؤسسات التربوية، بل أسهم فيه علماء كبار منهم ألبرت آينشتاين، الذي أصدر عدة

كتب في تبسيط العلوم في ثلاثينات القرن العشرين، وقد اتبع خطاه علماء كثيرون، منهم عالم الفلك الأمريكي " بودلر فرنر" الذي أصدر عدة كتب من أشهرها "إلى عالم آخر مناظير وصواريخ ونجوم"، وقد نقله إلى العربية الدكتور عبد الحميد أمين، الأستاذ بكلية الهندسة بجامعة عين شمس، وراجعه الدكتور مُحَمَّد رضا مدور، وهو فلكي مصري شهير وكان مديرا لمرصد حلوان وقت صدور الترجمة في طبعتها الأولى في عام ١٩٥٦، وهذا يمنح كتابنا قيمة تاريخية فضلا عن قيمته العلمية.

### المناظير

ينقسم الكتاب داخليا إلى ثلاثة أقسام هي التي ذكرها المؤلف في عنوان كتابه، وبنفس ترتيبها "مناظير ويقصد بها التلسكوبات والمراصد، والصواريخ ويقصد بها مركبات الفضاء، أما النجوم وتشمل في الكتاب الكواكب ،فهي العالم الآخر الذي يرصده الإنسان بالتلسكوبات أو يحلم بزيارته من خلال الصواريخ.

ويختلف علم الفلك عن العلوم التجريبية الأخرى، بأن أغلب الدراسة في علم الفلك تعتمد على رصد الأجرام السماوية بواسطة المناظير الفلكية. وحديثاً بدأ علم الفلك بدراسة بعض الأجرام السماوية عن طريق عمل بعض التجارب عليها، ولقد أرسلت المركبات الفضائية الى القمر والى معظم كواكب مجموعتنا الشمسية وهبطت على سطح بعضها، وقد أفادتنا تلك التجارب في معرفة تكون وتطور مجموعتنا الشمسية. كما أن دراسة الأشعة الكونية والرياح النجمية والشمسية القادمة إلينا من الفضاء الخارجي أفادت بمعرفة الكون وتطوره وتحسين وتطوير دراسة النجوم.

والمناظير أو التلسكوبات من أهم أدواته، وهي أجهزة بصرية تستخدم

لرؤية الأشياء البعيدة مثل الكواكب والنجوم، ولغويا هي كلمة مركبة مشتقة من اللغة الإنجليزية من كلمتي " تيلي وسكوب" ومعناها "كاشف البعد"، أما العرب فأطلقوا عليها اسم المرقاب أي الأداة التي يرقبون بها الأشياء البعيدة، والمنظار اسم مشتق من النظر، وهو الهدف الذي تحققه هذه الآلة، وتشير مصادر إلى أن العالم العربي ابن الهيثم هو أول من تحدث عن كيفية إبصار الأشياء، وهو من اخترع الكمرة أو الكاميرا للتصوير، والكمرة أخذت من (القُمرة) وهي الغرفة المعتمة التي استخدمها ابن الهيثم للتصوير. كما تشير المصادر إلى أن أول من اخترع آلة للرصد الفلكي هو العالم المسلم أبو حامد الأسطرلابي وكان ذلك سنة ٩٩٠ هجرية. وقد ارتبطت الآلة باسمه فأطلق عليها الاسطرلاب، وكان ابن الهيثم قد توصل إلى أن الرؤيا تتم بسبب مقدار الضوء المنعكس أو الصادر من الأشياء على العين، وبناء على هذه النظرية بنى العلماء فكرة اختراع جهاز يقوم باستقطاب مقدار أكبر من الضوء الصادر من النجوم البعيدة أو المنعكسة من الكواكب السابحة في هذا الكون، فكان ما أسموه التلسكوب.

وتنقسم التلسكوبات إلى نوعين رئيسيين: التلسكوب العاكس، ويعتمد في صناعته على المرايا، والتلسكوب الكاسر ويعتمد في صناعته على العدسات. ويعد التلسكوب الكاسر أول منظار فلكي عرفه التاريخ، وأول من استخدمه لرصد الكواكب والقمر جاليليو، حيث قام عام ١٦٠٩ برصد أقمار كوكب المشتري، وتأكيد أن الأرض تدور حول الشمس.

وبعد ذلك جاء نيوتن ليصنع تلسكوبه العاكس، الذي يتألف من مرآة عاكسة للضوء. وإلى جانب التلسكوب العاكس والتلسكوب الكاسر، هناك أيضا التلسكوبات الراديوية، وهي ضخمه وتلتقط موجات الراديو، مثل تلسكوب جودريل بانكس. ومع تطور صناعة التلسكوبات، أصبحت توضع في

الفضاء الخارجي بعيداً عن شوائب الغلاف الجوي للأرض، وهي التلسكوبات الفضائية التي تحمل على أقمار صناعية كي تقوم بمهمتها، وتكون التلسكوبات الفضائية عادة إما عاكسة أو كاسرة.

ويعد تلسكوب هابل الذي يدور حول الأرض أحد أكبر المراصد الفضائية التي تمد الفلكيين بأوضح وأفضل رؤية للكون، بعد طول معاناتهم مع التلسكوبات الأرضية؛ فقد قدم مجموعة رائعة من الصور التي تابعها الملايين حول العالم من المهتمين بعلوم الفضاء والعالم الخارجي المحيط بكوكب الأرض.

## الصواريخ

اختُبِرَت المبادئ الأساسيّة للصواريخ منذ ما يزيد عن الألفَي عام، ولكنّ الصواريخ لم تتواجد عمليًا إلّا منذ سبعين عامٍ تقريبًا، إذ استُخدِمَت هذه الآلات في تطبيقات استكشاف الفضاء. وتُعتبر الصواريخ الحديثة حالياً نتاج العديد من التجارب والأبحاث التي تمّت قبل مئات السنين، حيث يُعتبر أول الأجهزة التي كانت ضمن المبادئ الأساسية لطيران الصواريخ هو الطائر الخشبي الذي تمّ صنعه من قبل اليوناني أرخيتاس عام ٤٠٠ قبل الميلاد، والذي استخدم البخار كغاز للدفع، ثمّ استطاع مخترع يوناني آخر اختراع جهاز شبيه أُطلق عليه. بعد ذلك ظهر مبدأ الصواريخ نفسه في القرن الأول الميلادي عند الصينيين، وبعد حوالي ٣٠٠ عام من تجربة الطائر الخشبيّ، قام بطل الإسكندريّة –وهو مهندس ورياضياتيّ عاش في مدينة الإسكندريّة إبان العصر الرومانيّ باختراع محركٍ سُمّي بمحرّك البطل وهي آلة مشابهة للطائر الخشبيّ اليونانيّ، تتكون الآلة من قرصٍ يتوضّع أعلى وعاء يحتوي على ماءٍ يغلي، حيث يدخل البخار المتشكّل في الوعاء عبر القرص ويخرج من أنبوبين متعاكسين على شكل حرف (L)، مما يؤدي إلى دوران القرص.

واليوم تستخدم الصواريخ في إرسال المركبات الفضائيّة لمسافاتٍ أبعد ضمن مجموعتنا الشمسيّة قديمًا إلى القمر، الزهرة، والمريخ في بدايات ستينيات القرن الماضي، والتي توسعت فيما بعد لاكتشاف الكواكب والأقمار. وبفضل وجود هذه الصواريخ القويّة، استطاعت مركبة فوياجر ١ الوصول إلى خارج مجموعتنا الشمسيّة. وتقوم اليوم دول عديدة بإنشاء صواريخ دون الحاجة لطاقم رواد فضاء بداخلها ومنها: الولايات المتّحدة الأمريكيّة، روسيا، أوروبا والهند.

ويتوقع خبراء الصواريخ أن تكون الصواريخ الفضائيّة في المستقبل قادرةً على حمل أقمارٍ اصطناعيّة أكبر حجمًا إلى الفضاء، وأن تكون قادرةً على حمل العديد منها دفعةً واحدة، والتي قد تعتمد بشكلٍ كبيرٍ على الذكاء الاصطناعيّ لتأدية مهامها. وسوف ستعمل صواريخ المستقبل باستخدام وقودٍ صديقٍ للبيئة أكثر من الوقود المستخدم في الصواريخ الفضائيّة اليوم.

## النجوم

يحتوي الكون المرئي على عشرات مليارات النجوم، لكنّ العين المجرّدة تتمكّن من رؤية عدد قليل جداً منها، وتوجد العديد من النجوم في الكون على شكل أزواج، أو عناقيد نجميّة ترتبط ببعضها البعض فيزيائياً من خلال أصلها المشترك وانجذاب كلّ منها للآخر، كما يوجد مجموعات من النجوم تُعرف بالاتحادات النجميّة تتكوّن من نجوم متشابهة فيزيائياً، إلّا أنّ كتلتها تكون أقل ممّا يسمح بانجذابها لبعضها البعض بدرجة كافية لتكوين عناقيد نجميّة.

والنجم جسم كرويّ ضخم يستمد لمعانه من تفاعلات الاندماج النوويّ التي تحدث في داخله، وينتج عنها عناصر أثقل من الهيدروجين، وتُعدّ الشمس النجم الذي يُزوّد كوكب الأرض بالضوء، ويوفّر له ظروفاً تجعله مكاناً مناسباً لنشوء أشكال الحياة المختلفة.

هذا وتحظى النجوم باهتمام من قِبل علماء الفلك للتعرّف على الخصائص المميزة لكلّ منها، حيث تقود معرفة إحدى الخصائص إلى تحديد خصائص أخرى، فمن خلال مراقبة طيف النجم، ولمعانه، وحركته في الفضاء يتمكّن العلماء من تحديد كتلته، وعمره، والتركيب الكيميائي له، ومن خلال معرفة كتلة النجم يُمكن تحديد تاريخ نشأته، وتطورّه، ومصيره النهائي، ومن خلال معرفة التاريخ التطوّري للنجم يُمكن التوصّل إلى معرفة قطر دورانه، وآلية دورانه، ودرجة حرارته.

وتُصنّف النجوم وفقا لخصائصها الطيفيّة إلى سبع درجات يُعبّر عنها باستخدام الأحرف (**O, B, A, F, G, K, M**)، ويضم كلّ نوع طيفيّ عشر فئات فرعيّة تحمل الأرقام من ٠–٩، ويُستخدم هذا التصنيف للدلالة على درجة حرارة النجم؛ فالنجم (**O**) هو الأسخن وتُشير الحروف التي تليه إلى التدرّج في البرودة حيث يكون النجم (**M**) هو الأبرد، أمّا الأرقام التي تدل على الفئات الفرعيّة فتتدرّج من ٠ وهو الأكثر سخونةً إلى ٩ وهو الأكثر برودةً، وتُحدّد درجة حرارة النجم لونه ومقدار سطوعه، وهذا كله يوضحه الكتاب بأسلوب سلس بسيط يصل إلى الأذهان بسهولة، ولم تكن الترجمة بأقل سلاسة من طريقة العرض الأصلية التي اتبعها مؤلف الكتاب، مما يجعل من قراءة هذا الكتاب متعة فضلا عن فائدته من الناحية العلمية.

د. عبد المنعم جلال

# المناظير

في جميع أنحاء الكرة الأرضية، وبعيداً عن أصوات المدن الكبيرة وأضوائها يجد الإنسان قباب المراصد ذات اللون الفضي بعضها على جبال عالية كمرصد كوينجستل بالقرب من هايد لبرج ومرسد بيك دي ميدي في جبال البرانس الفرنسية ومونت ولسون بكاليفورنيا وكانبولي بالقوفاز. والبعض الآخر يوجد على سطح الأرض كمرصد جرنتش بلندن وبابلزبرج خارج برلين وميدون بالقرب من باريس وكمرصد بحيرة جنيفا بالولايات المتحدة ومرصد ملبورن باستراليا.

فإذا أتيح لأحد مشاهدة مرصد من هذه المراصد أثناء النهار فسوف يشعر شعوراً غريباً في هذا المكان الخالي من الحياة، فهناك القبة الرئيسية قائمة بين القبات الصغيرة ساكنة لا أحد فيها والمباني جميعها مغلقة فلا تصادف حركة أو حياة فإذا ما بدأت الشمس في المغيب وظهرت في السماء بعض النجوم رأينا الحياة تدب في المكان. رجال ونساء يسرعون في الممرات وأبواب تفتح وفلكيون يبدأون عملهم، وحينئذ ينفتح جزء من القبة وتسطع الأضواء بداخل المكان. فإذا ما دخلنا إحدى هذه القباب وجدناها خافتة الإنارة والتقينا بأنبوبة يبلغ طولها نحو شعرة أمتار مصوبة خلال فتحة في القبة إلى منطقة ما من مملكة النجوم الواسعة ونرى رجلاً واقفاً أمام لوحة بها أجهزة يقرأ تحت ضوء مصباح كهربائي خاص أرقاماً مكتوبة بجدول موضوع أمامه ثم يفتح ويقفل مفاتيح هنا وهناك فتتحرك الأنبوبة الطويلة وتتحرك معها القبة في حركة دائرية حول نفسها

إلى أن يصبح وضع الجزء المفتوح منها مناسباً لموضع المنظار. فإذا أصبح المنظار في النهاية مصوباً إلى الاتجاه المطلوب، يطفأ النور بالداخل فتزيد عتمة المكان ويتوجه الرجل إلى الجزء الأسفل من المنظار فيجلس على مقعد متحرك وبعد أن يثبت مقعده هذا في موضع مناسب يثبت عينيه على الجهاز.

## ما هو عالمنا الأرضي؟

منذ ٢٥٠٠ سنة كان الإنسان يعتقد أن هذه الأرض هي عبارة عن قرص دائري ولكنه لم يكن يعرف تماماً عن الكيفية التي يوجد بها هذا القرص؟ كان ميلتس الأغريقي يعتقد أن الأرض كرة معلقة في الفضاء، على أن زمناً طويلاً قد انقضى قبل أن تصبح هذه الفكرة مقبولة. كذلك فإننا نعرف اليوم أن الأرض تدور حول الشمس في مجال شبه دائري، ومع هذا فإن مارتن لوثر نفسه أبى أن يصدق ذلك، وعلق على اكتشاف نيقولاي كوبرينج لهذه النظرية بقوله: "إن هذا الجاهل يريد قلب علم الفلك كله رأساً على عقب". وقبل أن يدور هذا النقاش حول شكل الأرض، رفع الناس رؤوسهم ونظروا إلى السماء. وشرع رعاة الأغنام في آسيا والكهنة البابليون في متابعة حركة النجوم، وحاولوا التنبؤ بطريقة سيرها، فأدركوا أن النجوم ثابتة بالنسبة لبعضها البعض وأن موكب النجوم كله يتحرك في قبة السماء راسماً حركة دائرية كاملة كل أرعب وعشرين ساعة. على أنهم لاحظوا أن بعض من هذه النجوم متحرك بالنسبة لبعضها الآخر، فأطلقوا عليها اسم "الكواكب" ولم يكن معروفاً عند أهل العصور الوسطى سوى خمسة من هذه الكواكب أطلقوا عليها أسماء بعض آلهتهم فسموا الكواكب السريع عطارد والكوكب المتألق سموه الزهرة وسمو الكوكب الأحمر المريج والكوكب ذو الضوء الأصفر سموه المشترى والشاحب البطئ سموه زحل ثم أصافوا بعد ذلك إلى هذه الكواكب الخمسة الشمس والقمر ومن هذا اكتسب الرقم ٧ طابعه

السحري. تتحرك بعض الكواكب ببطء، ويتحرك البعض الآخر بسرعة من بين النجوم الحقيقية أو النجوم الثابتة وقد استطاع الإنسان الأول أن يرسم بخياله أشكالاً لمجموعات من هذه النجوم الثابتة والتي نسميها الآن كويكبات واعتبرها القدماء بمثابة علامات مرور للكواكب السيارة. وأطلقوا على النجوم الثابتة أسماء، كثيراً ما يرجع أصلها إلى أسماء أجسام أو رموز أو أسماء أشخاص خرافيين. فمن هذه الأسماء التي أطلقوها "الدب الأكبر" وبجانبه يوجد صياد (كوكبة الجبار) بصحبة الكلبين الأكبر والأصغر يحاولان افتراس الثور توروس وهكذا نشأت من هذه الأسماء قصص كاملة عن السماء. ومن بين الصور التي رسمها إنسان العصور الوسطى أشكالاً للكواكب وهي تسير في مداراتها بحيث يظل كل كوكب في منطقة معينة من السماء ويطلق على كل منطقة اسم الزودياك أو منطقة البروج وتتكون هذه الأشكال من اثني عشر منطقة وكان يرمز إلى سبعة منها بأشكال حيوانات معينة. وقد ساد في وقت ما اعتقاد بأن النجوم هي مساكن الآلهة، ومن ثم بأن لها القدرة التي تسيطر بها على مصير الإنسان. ومن هنا نشأ علم التنجيم الذي يستدل منه على خلق الرجل وحظه ومن شكل النجوم في يوم ولادته. ولازال إلى الآن كثير من الناس يؤمن بصحة ذلك، مؤكداً أن النجوم علم واسع يدعمه قدر طائل من الأبحاث.

## العين تتلقى المساعدة

لولا اختراع المنظار كجهاز مساعد للبصر، لعجز الإنسان عن أن يتوصل إلى كثير مما توصل إليه بالفعل عن معلومات عن تركيب الكون. لقد استطاع أول رجل نظر إلى السماء من خلال المنظار أن يتقدم بعلم الفلك، في أسابيع قليلة، تقدماً لم يستطع الفلكيون الذين لم يعرفوا المنظار أن يتوصلوا إليه بعمل استمر قروناً عديدة. ويعد جاليليو جاليلي مؤسس علم "الفلك التيلسكوبي".

ففي مطلع القرن السابع عشر استطاع جاليليو أن يرى خلال المنظار جبال القمر، ولما نظر إلى المشترى لاحظ أن أربعة أجسام ذات ضوء خافت، دائبة الدوران حوله، تماماً كما يدور القمر حول الأرض، ومن هنا أيقن جاليليو بصحة نظرية كوبرنيج. فكلما أن هذه الأقمار الأربعة تدول حول المشترى، كذلك تدور الأرض والكواكب الأخرى حول الشمس. ولم يكن اعتناق مثل هذه الفكرة قبل الحظر في عصر أحرق فيه جيوردانو لا لشيء سوى إيمانه بوجود حياة أخرى في عوالم أخرى غير عالمنا. ومع هذا فما من قوة نجحت في زحزحة جاليليو عن اعتقاده فلم يأبه للطلب الذي وجهته الكنيسة إليه للإقلاع عن الحديث عن معتقداته، كما لم يجد معه تكرار اتهامه أو توقيع العقوبات عليه وسجنه، حتى فقد بصره الذي أصابه من طول تحديقه في الشمس خلال منظاره لم يجد في رده عن معتقده بل على العكس زادته كل هذه المآسي تشبثاً وإيماناً به. فظل إيمانه راسخاً بالمجموعة الشمسية وبنظرية كوبرنيج، ذلك العالم الذي يدعى اليوم كل من الألمان والبولنديين انتماءه إليهم وبعد أن مضى على وفاته نحو أربعمائة عام.

* * *

الفلك هو علم دراسة النجوم، ولكن فن الأرصدة الفلكية الذي ولد من هذا العلم هو الذي دفع الإنسان لبذل كل ما في وسعه لدراسته. والمرصد الفلكي، مكان فسيح يضم أجهزة غاية في الدقة، ومع هذا فإن العقبة الوحيدة التي واجهت علماء الفلك هي حاجتهم إلى أجهزة أكثر دقة. ولقد كان طلب علماء الفلك المستمر لهذه الأجهزة هو سبب التقدم في هذه الصناعة بوجه عام، وبخاصة الصناعات الميكانيكية والأجهزة البصرية. ومع هذا فقد أقيمت المراصد قبل أن يعرف شيء عن المنظار أو أجهزة التصوير، فقد أقامها الإغريق

والبابليون والهنود، ولم تكن هذه المراصد تختلف كثيراً، من حيث ضخامتها عن المراصد الحديثة. ولا يزال بعض من هذه المراصد القديمة باقياً إلى الآن، على أن أكثرها قد تهدم، وإن كان قد أمكن إقامة بعض المراصد الجديدة من أنقاضها، ومن هذه المراصد مرصد المهراجا جاي سنج، ورغم أنه أنشئ في مطلع القرن الثامن عشر فإنه لا أثر فيه لأي منظار، مما يدل على أن من بنوه لم يكونوا قد عرفوا هذه الأجهزة بعد. ومرصد جاي سنج هذا بالغ الضخامة فأكبر ساعة شمسية فيه عبارة عن مثلث ارتفاعه ٩٢ قدماً، وبه مدرجات للوصول إلى قمته. فإذا ما ارتقينا هذه المدرجات وجدنا شكلاً نصف دائري ومقسم إلى درجات يدلنا على التوقيت الشمسي، على أن هذا التوقيت لا يكون صحيحاً إلا لدقيقة واحدة، كما تصادفنا أشكالاً أخرى كل منها على هيئة ربع دائرة والغرض منها قياس المسافة بين الأرض والنجوم.

وفي الجنوب الأقصى من روسيا يوجد مرصد قديم آخر يعرف باسم أولغ بغ أقامه التتار ، وقد أمكن بناؤه من حطام عثر عليه في هذا المكان المسمى سمرقند ويوجد في أقصى الجنوب من روسيا ويتكون البناء من حائط دائري يبلغ طول قطره ١٣٢ قدماً، ويقوم في مركزه برج لا يعرف للأسف مدى ارتفاعه، وبارتقاء سلم يقع في جنوب البرج يمكننا الوصول إلى قمته، ومن هذه القمة وكذلك من قمة برج آخر يبلغ ارتفاعه ١٢٥ قدماً يمكننا قياس أبعاد النجوم، ومن المحتمل أن يوجد في هذا المكان، غير هذين البرجين، سبعة أبراج أخرى تستخدم في أغراض فلكية مختلفة. أنه مما يصعب تصديقه أن القرن الخامس عشر شهد مراصد تبلغ من الضخامة ما بلغته المراصد الحديثة. فمرصد سمرقند مثلاً كان طول قطره ١٣٢ قدماً بينما لا يتجاوز قطر العتبة المحيطة بأكبر منظار عصري وهو تيلسكوب مونت بالومار لا يتجاوز ١٣٧ قدماً. ويرجع هذا

السبب إلى الفلكين قبل اختراع المنظار، كانوا في حاجة إلى مبان ضخمة لجهلهم بالأجهزة والمقاييس التي نعرفها اليوم، والتي هي رغم صغرها، غاية في الدقة. ومع ذلك، فإنهم بالرغم من النقص الملحوظ في أجهزتهم كانوا يتوصلون إلى أرقام ونتائج لا تنقصها الدقة. وإذا كان مرصد سمرقند وقبة مونت بالومار، ذوي حجم يكاد يكون واحداً فإننا بمقارنة كل منهما الآخر نجد أولهما بناءاً حجرياً ثابتاً، بينما نجد الآخر يقوم على أعمدة من الصلب والخرسانة صنعت بدقة بالغة، ويمكن تحريكها، وهي التي يناهز ثقلها خمسمائة طن، بمجرد لمس من أصبع اليد.

ولنعد إلى منظار جاليليو كانت عدسة هذا المنظار لا يتجاوز طول قطرها بوصة ونصف بوصة، ومثبتة في طرف أنبوبة. فإذا ما قارناه بما لدينا اليوم من أجهزة: لصار حقيراً ومع هذا فقد كان من أيامه أعجوبة من الأعاجيب. لقد تمكن أحد الأشخاص من اكتشاف طريقة يعرف بواسطتها مدى قوة العدسات في تجميع الضوء، وأثبتت هذه الطريقة أن منظار جاليليو كانت له من القوة على تجميع الضوء ما يساوي مائة مرة قدر ما للعين المجردة من قوة على ذلك. أما منظار مونت بالومار فإن له ما يساوي ١٠.٠٠٠ مرة قدر ما لمنظار جاليليو، أي مليون مرة قدر ما للعين المجردة. كانت المناظير في أيامها الأولى تستطيع أن تكبر الشيء إلى ثلاثة أمثال حجمه الطبيعي، أما مناظير اليوم فتستطيع أن تكبره إلى ما يقرب من ثلاثة آلاف مرة، على أن قدرة الجهاز تتوقف على مدى دقته وطريقة تركيبه، وأيضاً على حالة الجو المحيط بالأرض. إن التيارات والتقلبات الجوية هي أعداء الراصد، وهي بلا شك تحد من قوة المنظار. وها قد مضى ما بين منظار جاليليو والمنظار العملاق على قمة بالومار والذي تكلف نحو ستة ملايين دولارا، منذ ما يقرب من ثلاثمائة عام، وخلال

هذه المدة أصاب التطور علم التصوير وفنه، وأصبح من الممكن استخدامها في كشف أسرار السماء، كذلك أصبح في إمكاننا تحديد التركيب الكيماوي للنجوم. كما لحق التطور أجهزة القياس وطرق البحث، وتطورت صناعة العدسات، كما ابتدعت مرايات للمنظار أكثر تحقيقاً للغرض. وتمكن المختصون بصناعة المعادن أن يقللوا من أثر الاحتكاكات والاهتزازات التي تنشأ عن تحريك المنظار. كما أمكن صنع محركات كهربائية تتبع في دورانها حركة النجوم. وكذلك أمكن في السنوات الأخيرة صنع الآلات الحاسبة الإلكترونية لمساعدة العلماء في حساباتهم. وأخيراً، وباكتشاف المناظير اللاسلكية، والرادار والصورايخ التي تستطيع أن تصل إلى مسافات كبيرة، أصبح علم الفلك غنياً بالمعدات والأجهزة التي تكشف له حجب المجهول.

* * *

كانت النجوم في نظر الفلكين من كهنة بابل عبارة عن آلهة متألقة. أما اليوم فإن من المألوف أن نتحدث عن شموس أخرى غير شمسنا وكواكب لهذه الشموس، وكلها بعيدة بعداً هائلاً عن أرضنا، حتى ليحتاج القطار السريع لملايين الملايين من السنين لكي يصل إليها. إنها مسافات أكبر من أن يتصورها علقنا. كما أنه أصبح في إمكاننا قياس درجات من الحرارة تتحول عندها كل المواد إلى غازات، وقياس سرعات تفوق التخيل. ومع هذا فهناك ارتباط وتعاون وثيقان بين فروع العلم المختلفة. فالفلكي مثلاً لا يمكنه أن يعمل الآن بدون أن يستمد العون من عالم الطبيعة ومهندس الموجات القصيرة، كذلك يرتكن عالم الطبيعة على توجيهات عالم الفلك، والجيولوجي يعتمد على عالم الطبيعة، والكيميائي على عالم الأحياء، أما عالم الرياضة فهو في الواقع من يحتاج إليه الجميع. لقد أصبحنا نصادف أطباء هم في الواقع علماء طبيعة ونصادف علماء

في الطبيعة يعملون لاكتشاف دواء للسرطان، كما نجد أطباء يرتبط عملهم ارتباطاً وثيقاً بعلم الفلك.

## كعبة علم الفلك:

يقع جبل بالومار في كاليفورنيا ويبلغ ارتفاعه **٥٩٠٠** قدما، ولم يكن يوجد من قبل طريق ممهد يوصل إلى قمة هذا الجبل أما الآن فقد أُنشئ الطريق الذي جعل كعبة علم الفلك هذه على اتصال بكافة أنحاء الأرض المسكونة على أنه مازال هو الطريق الوحيد للوصول إليها. أما الفلكيون المقيمون بقلعة جبل بالومار فهم منعزلون تماماً عن المدن المحيطة به. ولما كان لسكان هذه القلعة مولداتهم الكهربائية الخاصة، فإنه لا يزعجهم انقطاع التيار في الوادي، ومع ذلك فإذا ما وطئ شخص هذا المكان في الليل فإنه يرى نفسه محاطاً بظلام دامس ولن يلمح بصره أي ضوء كهربائي. حتى السيارات تطفئ مصابيحها الكشافة إذا ما اقتربت من المرصد. فإذا كان الليلة غير قمرية لم يستطع الشخص أن يرى يده ولو وضعها أمام عينيه، وهو يصبح في هذه الحالة في حاجة إلى حاسة سادسة لكي يمكنه التعرف على طريقة. وليس هذا كله براجع إلى نقص في المصابيح الكهربائية وإنما يرجع إلى أن أقل ضوء قد يؤثر على أعين الراصدين وعلى لوحات التصوير التي يستخدمها المرصد كل ليلة.

* * *

## أسرع شيء في الكون

ليس في الكون ما هو أسرع من الضوء، حتى لقد ظن القدماء يوماً أن سرعته تقدر بما لا نهاية ويرجع الفضل في دحض هذا الاعتقاد إلى العالم الدينماركي أولوس رومر الذي أثبتت في سنة **١٦٧٥** أن للضوء سرعة يمكن

قياسها. وقرر أن الضوء يقطع في ثانية واحدة مسافة قدرها ١٨٦.٠٠٠ ميل، وأن ضوء القمر يحتاج لكي يصل إلى الأرض إلى $1\frac{1}{4}$ ثانية، أما ضوء الشمس فيلزمه $8\frac{1}{3}$ دقيقة. ويعبر أهل الفلك عن ذلك بقولهم أن الأرض تبعد عن الشمس بمقدار $8\frac{1}{3}$ دقيقة ضوئية. وتسبح المجموعة الشمسية كلها في منطقة يقدر طول قطرها بنحو ٧٢ ألف ميلون ميل أي ١١ ساعة ضوئية. وتسبح في هذه المنطقة مجموعة من الأجرام الكروية تتراوح أقطارها بين بضعة أقدام و٨٨٠٠٠ ميل كلها تدور حول الشمس وإحدى هذه الكرات هي الأرض.

كذلك استطاع أريستارشس أن يعرف أن مسافة بعد القمر عن الأرض تساوي قطر الكرة الأرضية ٢٨ مرة. لكن لم يتمكن الإنسان من الحصول على أول رقم معقول في تقدير المسافة بين الأرض والشمس إلا في سنة ١٩٧٢، حين قدرت هذه المسافة بـ٧٥ مليوناً من الأميال. ولما كانت معرفة أبعاد الكواكب الأخرى عن الأرض تعتمد على معرفة البعد بين الأرض والشمس، فقد أصبح تقدير هذه الأبعاد بدوره أكثر دقة. فقدرت المسافة بين الشمس وزحل بنحو ٩٠٠ مليون ميل، أما تقدير أبعاد النجوم الثابتة عن الأرض، فلم يكن حتى ذلك الحين ممكناً. لقد اعتقد أرسطو أن الكون كله يحتوي على ١٠٢٨ من النجوم الثابتة، فلما جاء جاليليو استطاع أن يثبت، بواسطة منظاره، أن الكون حافظ بآلاف عديدة من هذه النجوم. أما ما بذلوه من جهود في سبيل معرفة أبعاد هذه النجوم عن الأرض فقد باءت كلها بالفشل.

### المرايا بدلاً من العدسات:

وحتى النجوم الثابتة لم تستطع الصمود إلى النهاية أمام الإنسان. إذ جاء وليم هرشل الذي كان في وقت ما لاعب مزمار، لكي يحدد عن طريق دراسته

للسماء مكاننا من الكون. اكتشف هرشل في سنة ١٧٨١ أثناء إقامته بإنجلترا وكان قد هرب إليها من ألمانيا كوكباً جديداً هو كوكب اليورانس وكان المنظار الذي استخدمه في ذلك مع صنع يديه. ولكنه لم يستعمل عدسة في منظاره كما فعل جاليليو من قبل، إنما فضل عليها مرآة مقوسة صنعها أيضاً بيديه الدقيقتين. وهكذا استطاع أن يصنع منظاراً ذات مرايا بعدها البؤرى ٧، ١٠، ٢٢، ٤٠ من الأقدام.

فالمنظار ذو المرآة وهو ما يسمى بالمنظار العاكس أحدث من المنظار ذي العدسة أي المنظار الكاسر الذي أكتشفه جاليليو. وكان أول من خطرت له فكرة المنظار العاكس العالم الإسكتلندي جيمس جريجوري في سنة ١٦٦٣، ومع ذلك فلم يصنع أو منظار عاكس إلا بعد مضي إحدى عشر سنة من هذا التاريخ فحتى ذلك الوقت كانت أشعة الشمس المنبعثة من النجم تجمع في بؤرة بواسطة جسم زجاجي موضوع بأعلى المنظار، وكانت الصورة تكبر بعد ذلك بواسطة عدسة عينية. أما الآن فتستخدم مرآة مقعرة لكي تعكس الأشعة إلى مرآة مستوية، والتي تعكسها بدورها جانباً إلى العينية.

مثل هذا المنظار هو ما استخدمه هرشل في أرصدته ولم يقتصر عمله على اكتشاف الكوكب يورانس بل حاول أيضاً أن يحدد مكاننا من الكون. فقسم هرشل السماء إلى عدة مناطق، وشرع يعد النجوم التي ظهرت له خلال منظاره في كل منطقة من هذه المناطق. وقد تمكن هرشل– بعد أن كانت أبعاد النجوم الثابتة مجهولة في أيامه– من الحصول على أرقام تقريبية لهذه الأبعاد. واستخلص من أبحاثه أن السماء تحتوي على ما يقرب من عشرين مليوناً من النجوم. ولاحظ هرشل أن منطقة الطريق اللبني (وهي ما تسمى بدرب التبانة أو منطقة أم النجوم) تحتوي على أكبر عدد من النجوم. وأن النجوم فيها تقل كلما اتجهنا

إلى الأطراف إذ أنه لاحظ أنه كلما انحرف بمنظاره عن مركز هذه المنطقة قل عدد النجوم التي يمكن رؤيتها. ومن هذه الحقيقة استنتج هرشل أن الشمس وكواكبها ما هي إلا حبة في عنقود كبير، وقد تصور هرشل أن هذا العنقود يشبه عدسة طول قطرها يساوي أربعة أمثال سمكها، وأن الشمس تقع في مكان قريب من المركز.

وبعد أن أنقضى ١٦ عاماً على وفاة هرشل، بذلت أول محاولة ناجحة لقياس بعد أحد النجوم الثابتة. وقد استنفذ إتمام هذه المحاولة جهداً كبيراً شاقاً. وكانت النظرية التي استخدمت في ذلك هي نظرية (اختلاف المنظر). وفي هذه المحاولة كان قطر المجال الذي تدور فيه الأرض وطوله ١٨٦ مليون ميل (هو القاعدة الأساسية). أمام هذا النجم الثابت الذي حاولوا معرفة بعده هو أحد النجوم المكونة لكوكبة الدجاجة وهو نجم يصعب على العين المجردة رؤيته.

أما مكتشف بعد هذا النجم فهو فردريك ولهلم بسل الذي دأب على ملاحظة حركته بالنسبة إلى نجوم أخرى بعيدة جداً واستمر في تحديد مكانه منها كل ستة أشهر، ومن ثم استطاع أن يحدد بعده. وكانت النتيجة التي أعلنها "بسل" مفاجأة للجميع، فقد قرر أن هذا النجم يبعد عن الأرض مسافة قدرها ٣٦٠٠٠ مرة قدر بعد الكوكب يورانس عن الشمس، ويورانس هذا كان أبعد كواكب المجموعة الشمسية المعروفة حينئذ.

هذا ويقدر بعد ذلك النجم عن الأرض بـ٦٢٠٠٠ مليون ميل، فإذا غادره شعاع من ضوئه فإنه يصلنا بعد ١١ سنة ضوئية، ولهذا يقال أن النجم يبعد عن الأرض بمسافة قدرها ١١ سنة ضوئية، وهو ما يحتاج القطار السريع في قطعها إلى ١٣٠ مليون سنة. ثم حدث في روسيا، بعد أن انقضى عام على ذلك، أن توصل ستروف إلى تحديد بعد النجم الأزرق (النسر)، وهو أحد نجوم كوكبة

القيثارة فوجد أنه يبعد بمقدار أنثى عشر سنة ضوئية. وفي رأس الرجال الصالح تمكن هندرسون من تحديد بعد نجم براق في السماء الجنوبية ويعرف باسم ألفا قنطورس فوجد أنه يبعد بمقدار ٤ سنوات ضوئية.

وهكذا تتابعت عمليات الرصد وقياس مسافات بعد النجوم وحشد الفلكيون مناظيرهم لتسجيل أقل التغيرات في أماكن النجوم. على أنهم لاحظوا أن التغيرات التي تحدث في أماكن النجوم هذه لا تكون بقدر محسوس يمكن قياسه إلا في حالة النجوم المجاورة للشمس، وقد لا يزيد هذا القدر عن حجم رأس الدبوس. واستمر الفلكيون في عملهم، والتقطوا للسماء عدداً لا يحصى من الصور الفوتوغرافية إلى أن جاء مطلع هذا القرن حين أجرى البروفسور شليسنجر فحصاً لمئات من النجوم خلال المنظار العاكس بمرصد "يركس" وبه زجاجة شيئية يبلغ طول قطرها ٤٠ بوصة. من هذه الأبحاث استطاع أن يبتدع وسائل جديدة للقياس، ومن ثم طريقة لحساب حركة النجوم، كانت أساساً لقواعد وأرقام مهدت الطريق أمام هذا المشروع الجبار، ألا وهو معرفة نظام الكون.

والواقع أنه لكي نتعرف على مكاننا من الكون يجب أن ندرك أن أي حركة من حركات النجوم ولو كانت بمقدار جزء من خمسة آلاف جزء من البوصة كما تظهر في الصورة الفوتوغرافية إنما تمثل مسافات شاسعة. وليس الغرض من ابتكار جهاز جديد أو طريقة جديدة لقياس مثل هذه المسافات إلا لكي يتأكد الفلكيون من صحة حساباتهم وأرقامهم. وإذا كان رجال الفلك قد تمكنوا إلى سنة ١٩٥٣ من قياس مقدار أبعاد ٧٥٤٣ من النجوم عن الأرض فإن الفضل في ذلك يرجع أولاً وأخيراً إلى حساب المثلثات.

وقد استطاع الإنسان أن يكتشف طبيعة هذه الآلاف من النقط المضيئة

التي يراها من فوقه في السماء، وبدون أن يصل إليها. ومنذ أيام المراصد القديمة إلى عصرنا هذا حيث الأجهزة الحديثة الدقيقة ظل الإنسان ينفق من وقته وماله الكثير لا لشيء إلا ليفطن إلى أسرار النجوم. وهكذا عرف الإنسان الشموس الساطعة وعرف عن الحياة وعن الموت في السماء، وبدأ الإنسان الذي لا يحد من عمله ومقدرته شيء بدا صغيراً تافهاً بجانب ما اكتشفه من الشموس والكواكب. فبيته على الأرض ووطنه الذي دافع عنه طوال مئات السنين ضد عدوان الطبيعة وضد أقرانه من الناس، لم يكن إذا إلا ذرة من الغبار في كون واسع فسيح. أما رحلة كولومبس التي عدها الإنسان من أعظم المغامرات في تاريخه فقد غدت في ضوء هذه الاكتشافات الحديثة المروعة تافهة كحركة الميكروبات وسط قطرة من الماء.

وليست الشمس إذاً إلا نجماً من النجوم بل إنها ليست بأكبرها. فقد استطاع الفلكيون معرفة أطوال أقطار النجوم المحيطة بنا، واكتشفوا شموساً تكبر أقطارها قطر شمسنا بنحو ٢٠٠٠ من المرات أي أكبر بكثير من قطر مدار أرضنا حول الشمس. كما أنهم اكتشفوا شموساً أخرى لا يزيد حجمها عن حجم الأرض. ولقد اكتشف هرشل أن في الكون شموساً تدور بعضها حول بعض، كما اكتشفت نجوماً مزدوجة وأنظمة متعددة، كما عرف الناس حينئذ أن هذه النجوم تتمدد فيزيد حجمها بنسبة أكبر من ١٠٪ ثم تعود إلى الانكماش ثم تعود للتمدد مرة أخرى، وهكذا لملايين من السنين، فتكون في ذلك أشبه بصدر الرجل حين يتمدد ويتقلص مع التنفس. ومع هذا فإن لمعان النجم كما يبدو لنا ليس معادلا للمعانه الحقيقي. فإذا نحن رأينا نجماً يبدو شاحباً في السماء فهو إما أن يكون نجماً ضعيف الضوء فعلاً أو يكون براقاً ولكن بعده عنا يجعل ما نراه من ضوئه خافتاً. تماماً كما لو وضعت عدة لمبات كهربائية

مختلفة القوة وعلى أبعاد متفاوتة من الناظر إليها، فإن مدى تألقها يتوقف على قوتها وبعدها على السواء.

**الاكتشافات قليلة ومتباعدة:**

ليس عمل الفلكي على الدوام بالعمل المثير الذي تتخلله المفاجآت فمن النادر أن يصادف الفلكي طريقاً يؤدي إلى اكتشاف شيء جديد بمعنى الكلمة، فإذا ما حدث هذا فإنه لا يستمر طويلاً وسرعان ما يبدأ العمل الروتيني من جديد فلابد للفلكي من التقاط مئات من الصور الفوتوغرافية وفحصها تحت الميكروسكوب قبل أن يطمع في التوصل إلى تغيير بسيط قد ينم عن اكتشاف قانون طبيعي جديد. وحدث في السنوات التالية لسنة ١٩٤٠ أن قامت هنريتا ليافت بفحص عدد كبير من اللوحات الفوتوغرافية قبل أن تذوق طعم الفرح بالاكتشاف وكانت ترمي إلي دراسة التغيرات في لمعان بعض النجوم بغية الوصول إلى معلومات جديدة. أما أسباب التغيير في لمعان هذه النجوم فهي متعددة. فهناك مثلاً الظاهرة التي تنشأ عن دوران نجمين حول مركز حول جاذبية مشترك فإذا فرض وكان أحد هذين النجمين له شدة لمعان معينة والآخر أقل لمعاناً منه وحدث أن مر النجم الأول أمام النجم الثاني أو العكس مر الثاني أمام الأول فإن الإنسان الذي يرصدهما على الأرض سوف يتراءى له أن شدة لمعانها تتغير.

كذلك قد تتغير شدة لمعان النجم نتيجة لتركيبة الداخلي فقد يرتفع سطحه أو ينخفض في أيام قليلة لمدى يقدر بنحو نصف مليون ميل، وكلما ارتفع سطح النجم ازداد لمعانه حتى لتتضاعف شدة هذا اللمعان مرتين أو ثلاثاً ثم يأخذ اللمعان في الخفوت كلما هبط سطح النجم ومن هذه النجوم نجم مشهور يوجد في كوكبة قيفاوس يسمى دلتا قيفاوي وتتغير شدة لمعانه في انتظام

أشبه بدقة الساعة ويرجع هذا التغير إلى التركيب الداخلي للنجم نفسه وقد اشتق اسم القيفاوي من اسم هذا النجم ليستخدم في الدلالة على هذا النوع من النجوم الذي تتغير شدة إضاءته ولمعانه نتيجة للتغيرات التي تحدث في تركيبه هذا وما زلنا بعد بعيدين عن معرفة السبب الحقيقي الذي يؤدي إلى زيادة حجم هذه النجوم في أوقات معينة ثم عودتها مرة أخرى إلى حجمها الأول وما يتبع ذلك من تغير في شدة لمعانها. على أن هناك نظرية للبروفيسور جامو يرجع فيها سبب التمدد والانكماش إلى قوتين متضادتين تحدثان أثرهما في النجم: الأولى قوة الجاذبية التي تعمل على جذب جميع الأجسام إلى الداخل والثانية هي القوة الناشئة عن تفاعلات ذرية في قلب النجم تؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة وبالتالي إلى تمدد النجم هذا وسوف نتمكن خلال السنوات العديدة المقبلة من التحقق من مدى صحة هذه النظرية. فإذا عدنا إلى ليافت لاحظنا أنه في أيامها لم يكن يعرف الكثير عن أسباب هذه التغيرات. على أن هذه الأسباب نفسها لم تكن مما اهتمت له الآنسة اهتماماً كبيراً فقد كان اهتمامها كله منصباً على عدد كبير من الصور الفوتوغرافية التي التقطتها من المحطة الجنوبية لمرصد هارفارد في جنوب بيرو وهي صورة تمثل الجزء الجنوبي من السماء ويوجد في هذا الجزء منطقتين كبيرتين تحتوي كل منطقة منها على أجرام عديدة صغيرة ومتقاربة حتى لتكاد تشبه الرذاذ وتسمى المنطقة الأولى (السحابة الماجيلانية الكبيرة) وتسمى الثانية (السحابة الماجيلانية الصغيرة) نسبة إلى الملاح الشهير ماجيلان هذا ولم يكن بعدا هاتين المنطقتين عن الأرض معروفين قبل سنة **١٩١٢** إلى أن جاءت هنريتا ليافت وركزت اهتمامها في دراسة صورها الفوتوغرافية لهذه السحب الماجيلانية وأخذت تتفحص نجومها تحت الميكروسكوب نجمة بعد نجمة حتى استطاعت أن تحدد النجوم القيفاوية منها، وهي كما قلنا من قبل تلك النجوم التي تتغير شدة لمعانها على نحو منتظم كذلك اكتشفت الآنسة ليافت أن الفترة

التي تتخلل أي تغيير في شدة لمعان النجم ويتوقف على متوسط هذه الشدة. وإذا كنا نعلم الآن أن السحب الماجيلانية عبارة عن تكتلات من النجوم تبعد عن الأرض بنحو ١٥٠.٠٠٠ سنة ضوئية فإن الآنسة ليافت لم تكن تعرف في الوقت الذي كانت تجري فيه أبحاثها إلا أن هذه النجوم الموجودة في السحب الماجيلانية بعيدة جداً وأن المسافات التي تفصل بعضها عن بعض تغدو غاية في التفاهة إذا قيست ببعدها عنا وعلى هذا فإنه من الممكن أن نفترض أن كل النجوم التي تحتويها السحابتان على أبعاد متساوية من الأرض ومن ثم فإن اختلاف هذه النجوم في قوة الإضاءة الظاهرية بالنسبة لبعضها يوضح لنا ما بينها من اختلاف في قوة الإضاءة الحقيقية، ومن هنا اتضح لها أن هناك علاقة بين قوة إضاءة النجوم القيفاوية وطول فترة التغير وأنه كلما اشتدت الإضاءة كلما ازدادت هذه الفترة طولاً أو بعبارة أخرى تباطأت سرعة تنفسها. وبعد أن فرغت ليافت من دراسة هاتين السحابتين شرعت في فحص مئات من الصور الفوتوغرافية لتجمعات وسحب أخرى من النجوم فلما تبينت أن الظاهرة نفسها تتكرر أذاعت اكتشافها. ولهذا السبب كان اكتشاف الآنسة ليافت أهمية كبرى فقد أمكن بواسطته معرفة قوة الإضاءة الحقيقية أو المطلقة لأي نجم قيفاوي وذلك بالاستعانة بطول فترة التغير في قوة الإضاءة. وبمقارنة قوة الإضاءة المطلقة بقوة الإضاءة الظاهرية لأي نجم قفياوي وبمعرفة مقدار بعد نجم قيفاوي آخر عن الأرض أمكن الحصول على مقدار بعد الأول عنا.

* * *

كان هارلو شابلي في بدء حياته يعمل محرراً في إحدى الجرائد ثم انتهى أخيراً إلى احتراف دراسة الفلك فالتقط أولا صوراً فوتوغرافية لمجموعات من النجوم المتكتلة وأخذ يبحث بينها عن نجوم قيفاوية وركز اهتمامه في النجوم

المتكتلة في أشكال كروية وهي مجموعات قد تشتمل على ١٠.٠٠٠ أو ٢٠.٠٠٠ أو حتى ٣٥.٠٠٠ نجم في حيز صغير نسبياً. واستطاع أن يتوصل إلى المعادلة التي تحقق الظاهرة التي اكتشفتها ليافت بعد أن نجح في تحديد البعد بين الأرض ونجما أو نجمين قيفاويين. وهكذا أصبح للفلكيين بعد ذلك معادلة يستطيعون عن طريقها أن يزيدوا من معلوماتهم عن الكون، فقد فتحت لهم هذه المعادلة أبوابا جديدة للقياس لم تمكنهم منها الطرق الهندسية القديمة.

## التعمق في الفضاء:

كانت أكبر مسافة توصل الإنسان لمعرفتها في مقدمة الحرب العالمية الأولى تقدر بنحو ٣٠.٠٠٠ سنة ضوئية ثم أتاحت لنا الطريقة القيفاوية الفرص للتوغل في اختراق حجب الفضاء، وإذا كان هارلو شابلي قد بدأ بحثه بغرض معرفة أبعد النجوم التي تحتويها منطقة الطريق اللبني ، فإنه قد انتهى إلى التوغل بعيدا خارج حدود هذه المجرة. وقد أيدت الأبحاث والحسابات الفكرة التي خرج بها هرشل عن تركيب منطقة الطريق اللبني، فظهر كما قال هرشل أن لها شكلا أشبه ما يكون بشكل ساعة الجيب أو عدسة مزدوجة محدبة يبلغ طول قطرها ١٠٠.٠٠٠ سنة ضوئية وسمكها ١٠.٠٠٠ سنة ضوئية وتتكون من نحو ١٠٠.٠٠٠ مليون من النجوم المتناثرة المحاطة بسحب من الغازات والغبار ويبلغ متوسط الأبعاد التي تفصل هذه النجوم بعضها عن بعض نحو سبع سنوات ضوئية، وتقل هذه المسافة كلما اتجهنا نحو مركز هذا النظام وتزيد كلما اتجهنا إلى أطرافه، وعلى الرغم من أن هرشل قد أعطى لهذا الجزء من الكون المجاور لنا صورة دقيقة إلى حد ما، إلا أنه أخطأ عندما قال بأن الشمس تقع بالقرب من مركز نظام الطريق اللبني أي من مركز مجرتنا إذ الواقع أنها تبعد بنحو ٣٥.٠٠٠ سنة ضوئية عن مركز مجرتنا، ذلك المركز الذي يظهر في اتجاه

كوكبة القوس والرامي. أما أجزاء المجرة الداخلية فيحول دون رؤيتنا لها سحب هائلة من الغبار الأسود. كذلك ثبت لنا أن هناك عناقيد كبيرة من النجوم هي في الواقع أبعد بكثير مما كنا نعتقد، فأبعد هذه العناقيد في نظامنا المجري تقع على مسافة لا يمكن للعقل أن يتصورها إذ يبلغ بعدها ٢٢٠.٠٠٠ سنة ضوئية، وقد أُعطي لهذا العنقود الرمز (**N. G. C. 7006**) بمعنى أنه الجرم رقم ٧٠٠٦ حسب تسلسله في "الكتالوج العام الجديد" للسدم وهو الكتالوج الذي قام بوضعه وتخصص فيه العالم الفلكي دريز وذلك في عام ١٨٨٧.

## عدم انتظام في الكون:

أسفرت الأبحاث الحديثة عن اكتشاف سحب غازية عنيفة في جيشانها، ضئيلة جدا في كثافتها، وتشغل مساحات واسعة من الفضاء. ولم يكن جاليليو يعرف شيئاً عن هذه الظاهرة حينما اكتشف وجود سحابة غازية كونية هي سديم في كوكبة الجبار. أما في أيامنا هذه فيختبر الضوء المنبعث من هذا السديم باستخدام عدسات مختلفة الأنواع، ومنشورات وألواح من الزجاج تحتوي على حزازات غاية في الصغر، حتى أنه قد تحتوي البوصة الواحدة على ٦٠.٠٠٠ من هذه الحزازات. ويمر الضوء خلال هذه الأجهزة، لمعرفة مصدره وكنهه وصفاته، إذ أن هذه الموجات الكهرومغناطيسية تكاد تكون هي الرسل الوحيدة التي تصل عالمنا الأرضي من الفضاء.

في الوقت الذي اكتشف فيه جاليليو سديمه لم يكن يُعرف حينئذ إلا سديم واحد آخر، وكان عبارة عن بقعة لامعة في كوكبة "المرأة المسلسلة". كان العرب يعرفونها جيدا، وربما عرفها الإغريق أيضا، فلما وفق إدموند هالي، الذي يسمى "ملك المذنبات"، إلى اكتشاف السديم الثالث في عام ١٦٧٧، ثم جاء مسير بعد ثلاثين عاما وأعلن اكتشافه لعدد كبير من السدم عدد منها ١٠٣ سديما،

وحينئذ وجهت المناظير الكبيرة وجهة هذه السدم وشرع الفلكيون في الكشف عن غوامضها. ثم لم يلبث مسير أن اكتشف أن بعض ما ظن أنه سدم ليس سدما على الإطلاق، بل تجمعات من النجوم يصعب حصرها؛ أو بصيغة أدق سحب من النجوم. وكانت النجوم في ذلك الوقت قد اكتشف منها وعرف عنها الكثير، أما السدم فأشياء جديدة ونادرة، ولهذا فقد ظن العلماء حينئذ أنه من الممكن لمنظار كبير أن يكشف عن جميع السدم الباقية ويحللها إلى مكوناتها ويثبت أنها ليست أكثر من تجمعات من النجوم. على أن الأجهزة البالغة القوة لم تستطع أن تحلل إلا القليل من هذه التجمعات، وأما أغلبية السدم فقد ظلت غير مشروحة.

وكان الأيرلندي اللورد روس هو أحد الباحثين في السدم وأصلها، وكان له أن يفخر بأنه كان المشرف على أكبر منظار عاكس في العالم في القرن الماضي. كان منظاره هذا أشبه ما يكون بمدخنة سفينة طولها ٥٨ قدما ويحتوي على مرآة طول قطرها ٧٢ بوصة. فلما وجه روس هذا الجهاز الضخم في اتجاه سديم يرمز إليه بـ م ٥١ ويوجد في كوكبة كلاب الصيد لم يستطع أن يصد عينيه، إذا كان ما رآه مخالفاً تماما لما كان متوقعاً، فبدلا من أن يرى نجوما متفرقة، كما كان متوقعاً، رأى شيئاً أشبه ما يكون بعجلة يخرج منها ذراعان يدوران معها في شكل حلزوني!! وقد ارتاب الفلكيون المعاصرون في صحة إدعاء الأستاذ الأيرلندي، ولا يمكننا أن نلومهم على هذا إنهم كانوا على استعداد لقبول تفصيلات عن أفواه براكين القمر، وأوجه الزهرة والأحزمة الملتفة حول المشترى والحلقات المحيطة بزحل، أما أن يصدقوا أن السماء تحتوي على أشياء أشبه ما تكون بالصواريخ أو الألعاب النارية، فكان فوق طاقتهم. ومع هذا فإن ما اكتشفه لورد روس بين سنة ١٨٥٠، ١٨٦٠ ثبتت صحته فيما بعد. وقد اكتشف بعد

ذلك سدم كثيرة سماها روس بالسدم الحلزونية.

## مم تتركب النجوم؟

كان إسحق نيوتن العالم الإنجليزي، ومكتشف قوانين الجاذبية، هو الذي استطاع بواسطة المنشور أن يحلل الضوء الأبيض إلى ألوان كألوان قوس قزح، وبيَّن أن الضوء الأبيض ما هو إلا خليط من مجموعة الألوان المختلفة، بالضبط كما تتكون الكلمة من مجموعة حروف. وفي عام ١٨٦١ أثبت كرشوف وبنزن أن الغاز المتوهج ليس له إلا بعض هذه الألوان، أي أن طيفه يحتوي على عدد من الخطوط أقل من تلك التي في قوس قزح، فطيف الإيدروجين مثلا يختلف في شكل لونه عن طيف الحديد، والاثنان يختلفان في أشكال لونهما عن لون طيف بخار الصوديوم.. وهكذا، كذلك يختلف طيف الغاز المتوهج عن طيف الجسم المتوهج، وبذلك أصبح من الممكن تحديد ماهية المركبات الطبيعية والكيماوية إذا عرفنا ألوان أطيافها.

ويسمى الجهاز المستخدم في اختبار الأطياف بالمطياف (السبكتروسكوب) وقد استخدمه العلامة فراونهوفر عام ١٨٢٣ في اختبار نجم أو اثنين من النجوم اللامعة، كذلك اكتشف ستمائة خط قاتم في الطيف المنبعث من الشمس، ومع ذلك فإن فراونهوفر ليس هو الشخص الذي وضع أصول هذا الفرع من العلوم الذي يبحث في تحليل الأشعة الضوئية الصادرة من النجوم، فقد بدأ السير وليم هاجنز محاولاته في النصف الثاني من القرن التاسع عشر للكشف عن طبيعة السدم، فثبت منشوراً في منظاره، وأدار جهازه هذا في اتجاه سديم في كوكبة (التنين) وهي كوكبة ينحرف جزء منها انحرافاً شديداً بين مجموعة الدب الأكبر والدب الأصغر فإذا بالضوء المنبعث من هذا السديم وبعد أن مر المنشور، يتحلل إلى عدد من الخطوط ذات ألوان متتالية مختلفة. وكانت الأطياف التي

رصدت وأجرى عليها الفحص قبل هاجنز رغم اختلافها في الصفات الجزئية ذات صفات كثيرة مشتركة، فقد كانت تحتوي على مجموعة متشابكة من الألوان المختلفة من الأحمر إلى الأصفر، ثم من الأصفر والأخضر إلى الأزرق والبنفسجي، وكان يتخللها كلها خطوط سوداء، أُطلق عليها اسم "خطوط فراونهوفر". فلما اختبر هاجنز سديم كوكبة التنين لم يجد طيفه مستمراً في ألوانه، إنما وجد مجموعة من خطوط رفيعة ذات ألوان مختلفة.

### سحب غازية في الفضاء:

قد يظن الرجل العادي أن هذا الاختلاف في شكل الطيف أمر تافه، ولكنه في حقيقة الأمر يبين لنا أن هذا السدم ليست مجموعة عناقيد من النجوم في أعماق الفضاء إنما هي سحب حقيقية من غازات متوهجة، وهذا هو الذي دعا هاجنز إلى القول بأنه من المستحيل تحليل السدم إلى وحدات من النجوم، وقد ثبت بالفعل أن سديم كوكبة الجبار عبارة عن كتلة من الغازات المتوهجة مثل الإيدروجين والهليوم والأوكسوجين، وذات كثافة صغيرة جداً. ثم اختار هاجنز سديما موجوداً في كوكبة المرأة المسلسلة ليكون موضوع بحثه التالي، وكان منظر هذا السديم، كما ظهر خلال المطياف داعياً لدهشته، إذ ظهر طيفه هذه المرة وله مميزات النجوم. وبعد أبحاث متواصلة أجراها هاجنز على مرئيات أخرى توصل إلى أن هناك نوعين من السدم، الأولى سحب غازية، والثانية مجموعة عناقيد من النجوم ظهرت لنا على شكل سدم لشدة بعدها عن الأرض وعجز أجهزتنا عن رصدها وتحليلها، وسميت بالسدم الكاذبة ومن بينها سديم روس الحلزوني، وهي تفوق في عددها السدم الغازية الحقيقية.

### البحث عن الضوء:

من بين العلماء الذين شغفوا بعلم الفلك وكرسوا حياتهم لخدمته، العلامة

جورج هيل. فقد كان هو الذي أنشأ أكبر منظارين في العالم، أنشأ أكبرهما على جبل موحش مهجور، كما أقام المرصد الذي يحوي هذا المنظار العملاق. ولم يكف لحظة عن إدخال تحسينات على ما وضعه من تصميمات للمنظار. كانت حياته سلسلة من الاكتشافات والاختراعات والبناء. وختم حياته كما بدأها بتحقيق فكرة عدها أعظم أفكاره. كان يستهدف بجمع الضوء المنبعث من النجوم، وظل دائماً يطلب المزيد منه، وهكذا لم يكن يقنع بشيء. ولقد كرس "هيل" حياته كلها في البحث عن ضوء النجوم، ووجه كل جهوده وفكره إلى اكتساب معلومات جديدة عن أشعتها، إذ كان مقوداً بشعاره، "مزيدا من الضوء".

,سرعان ما اكتشف أن منظاره الصغير لم تكن له القوة الكافية لكشف كل ما قرأ عنه من عجائب الفلك، والتي صمم على أن يراها يوما بعينيه، ولهذا فقد قرر الصبي أن يحصل على منظار أكبر، ولم يكن يدري حينئذ أي أثر سيكون لهذا القرار في مستقبله. كان "هيل" مقتنعا اقتناعا راسخا بإمكانية صنع منظار أكبر، ولهذا فقد عزم على الحصول من أبيه على المال اللازم له، ولم يكن أبوه فقيرا، بأي وجه، فقد كان يمتلك مصنعا كبيرا لصنع المصاعد؛ ولكنه كان رجل أعمال، بكل مدلول هذه الكلمة. كان صارماً لا يكره شيئا قدر ما يكره ماله بدون داع. ولهذا فقد كان على "هيل" أن يحاول إقناع شخص آخر غير والده بأهمية مشروعه. وكان عليه أن يثبت أن ما يفكر فيه ليس خيالا، أو مجرد وهم ليس بالإمكان تنفيذه، أو على الأقل لا فائدة منه، بل إنه منظار حقيقي ولابد من صنعه إذ لم يعد غيره من المناظير صالحا لتحقيق الغرض منه. كذلك كان على "هيل" أن يثبت أهمية زيادة معلوماتنا عن السماء، وذلك لأن هذه الزيادة سوف تعطينا فكرة أصح وأدق عن أنفسنا وعن كل ما يحيط بنا. واستطاع

"هيل" في النهاية أن يحصل من أبيه على بعض من المال استطاع أن يصنع به منظارا عاكسا تبلغ قوته أربع بوصات، تحققت به أمنية "هيل" وانكشف به الكون أمام عينيه.

في هذا الوقت حصل "هيل" على شهادة التخرج من مدرسة الهندسة التطبيقية العليا بشيكاغو، على أن اجتهاده في تحصيل العلم لم ينسه شغفه بالنجوم، فقد اتفق مع عالم فلكي اسمه بيكرنج وكان مديرا لمرصد هارفارد (الذي أنشئ سنة ١٨٤٠) على أن يقوم بصيانة أجهزة المرصد نظير استعماله لها في غير أوقات العمل.

### تشريح الشمس:

ماذا يحدث بداخل الشمس، وكيف تتوزع فيها العناصر المختلفة كالهيدروجين والهليوم والكالسيوم والحديد التي ثبت وجودها في الشمس بواسطة جهاز المطياف؟ ثم ما هي أسباب وجود هذه البقع المعتمة التي تظهر على وجه الشمس ثم تختفي... هذه البقع التي عرفها جاليليو منذ عهد طويل؟. في سبيل معرفة الإجابة عن هذه الأسئلة صنع "هيل" جهازاً يعتبر اليوم من الأجهزة الضرورية في دائرة الأبحاث المتعلقة بالشمس، ولم يكن قد غادر بعد أيام التلمذة، ذلك هو جهاز السبكتروهليوجراف (المطياف الشمسي).

كان عالم الطبيعة، يونج، أول من خطرت له فكرة هذا الجهاز في سنة ١٨٧٠، فلما جاء "هيل"- وكان أول من استخدم الجهاز في التجارب العملية- التقط به صوراً لطبقات الشمس المختلفة- كل طبقة على حدة- وظهرت، في هذه الصور، السحب التي لا تتكون إلا من هيدروجين- وهي الطبقات العليا من الشمس- أو التي لا تتكون إلا من الكالسيوم وحده وهي الطبقات الأكثر عمقاً- وهكذا. ويختص ببحث مثل هذه التجارب عِلْمان

مختلفان هما عِلْم الفلك وعلم الطبيعة الأرضية فبالحصول على طيف الشمس تظهر لنا مجموعة الألوان التي أشار إليها "نيوتن" والتي استطاع عن طريقها أن يضع نظريته الخاصة بطبيعة الضوء لقد مر الضوء الأبيض خلال فتحة دقيقة فانقسم، وظهر في طيف الشمس ٢٠.٠٠٠ خط معتم، كل خط يشير إلى بعض التكوينات الطبيعية أو الكيماوية للشمس. وعلى الرغم من حداثة ذلك العهد بعملية تحليل الطيف هذه، إلا أن الذين بحثوا في هذا الموضوع أيقنوا بأن الطبيعة والفلك إذا اجتمعا منشئين علم الطبيعة الفلكية فإنهما سيكونان فرعا هاما من الدراسات الفلكية.

* * *

إن الخطوط التي تظهر في الطيف تبدو معتمة بالنسبة إلى الأرضية الساطعة اللون، والحقيقة أن هذه الخطوط تبعث من الضوء ما يكفي لأن يؤثر على لوح فوتوغرافي. وقد أراد "هيل" أن يلتقط صورة للشمس كلها باستخدامه خطاً واحداً من هذه الخطوط، ولهذا استخدم فتحة أخرى تمنع مرور هذه الخطوط كلها عدا خط واحد، وهكذا استطاع أن يصور شريطاً ضيقاً من الشمس في ضوء خط واحد. ثم استخدم هيل بعد هذا محركا كهربائياً في تحريك هذه الفتحة الدقيقة في مواجهة لوح فوتوغرافي، وذلك كي يحصل على صورة للشمس كلها جزءاً جزءاً، على أنه لم تظهر في هذه الصورة إلا تلك المساحات من الشمس التي يمكن رؤيتها في ضوء مادة كيماوية معينة. هذه إذن هي المبادئ التي يعمل بمقتضاها جهاز الاسبكتروهليوجراف الذي اخترعه "هيل" والذي ما زال مستعملا إلى يومنا هذا.

* * *

كان "هيل" من عائلة ثرية، كان من الممكن لأفرادها أن يعتمدوا على هذا

الثراء فيسلكون طريق الكسل والترف. أما "هيل" فقد اختار أن يسلك طريقاً صعباً، طريق الدراسة التي يحبها، حتى أصبح وهو في الثالثة والعشرين من عمره رجلا بالغ الشهرة، حتى أن كثيراً من علماء الفلك الذين كانوا يشرفون على مراصد عالمية أمثال برنستون وليك عرضوا عليه استعمال مناظيرهم النجمية، ولكن "هيل" رفض كل هذه العروض، ولم يشغل فكره إلا بمحاولة الكشف عن أسرار الشمس. وذلك بإنشاء معهد يختص بالدراسات الشمسية فقط ثم يأتي بعد ذلك دور النجوم. ومرة أخرى كان على الوالد "وليم هيل" أن يعطي ابنه مبلغ ٢٠.٠٠٠ دولار لإقامة مرصد للشمس في كنوود وهي من ضواحي شيكاغو وبهذا حازت الهيئة التي كان هيل يشتغل فيها، على منظار جديد تبلغ قطر عدسته ١٢ بوصة علاوة على بعض الأجهزة الأخرى وفضلا عن ورشتها الكاملة الاستعداد.

وقد جرت العادة في ذلك العهد على أن يحصل المرصد على الأجهزة اللازمة له من المصانع المنتجة لها، ولكن "هيل" خطرت له فكرة أخرى، فقد ثبت لديه أن أي شخص من الأشخاص لا يمكنه الحصول على أكبر فائدة من جهاز معين ما لم يصنعه هذا الشخص بنفسه، فمعرفته لأجزاء الجهاز المختلفة معرفة كاملة تمكنه من استعمالها على أحسن وجه وأن يدخل عليها التعديلات اللازمة حتى يحقق الغرض المطلوب، فإذا ما أراد "هيل" جهازاً يمكن بواسطته أن يعرف عن أصل البقع المعتمة في الشمس أو يختبر به طيفها، فلن يستطيع رجل غيره أن يصنع الجهاز المناسب لهذا العمل، ولهذا فقد أقام "هيل" بجانب مناظير وأجهزته معملا للأبحاث الطبيعية وورشة وحجرة للتصوير، ولم يلبث أن صار هذا النظام هو المتبع في كل المراصد بعد ذلك، إلى يومنا هذا.

لم يكن ليشغل بال "هيل" شيء غير النجوم، فقد كان رجلاً عالماً بمعنى

الكلمة حتى أنه لما تزوج قضى شهر العسل في جولة لزيارة المراصد، فزار مرصد ليك على جبل هاملتون في كاليفورنيا حيث أتيحت له فرصة محادثة العالم الفلكي جيمس كيلر الذي اختص بأبحاثه عن تصوير طيف السدم وهناك زاد إيمانه بمستقبل علم "الطبيعة الفلكية " وأيقن بأن "المنشور والتصوير" لابد وأنهما سيكونان في مستقبل الأيام العامل الهام في زيادة معلوماتنا عن النجوم. وعلى الرغم من أن "هيل" كان معترفا به كخبير بالأبحاث المتعلقة بالشمس، إلا أنه كان متواضعاً في كل تصرفاته كان يحاول أن يدرس وأن يتعلم، وفي أثناء زيارته لأوربا اتصل بالعالم هجنز الخبير بطيف النجوم، كما اتصل بعلماء آخرين مثل بلانك، وبعد أن قام بزيارة المرصد الطبيعي الفلكي في بوتسدام بالقرب من برلين، امتلأ حماساً لفكرة بناء مرصد جديد، وقد كان هيل يعلم جيدا، وقبل قيامه برحلته إلى أوربا بأن ما يعوزه لإنجاز جميع مشروعاته في كنوود إنما هو منظار. إذ لم يكن شغفه بالمعرفة ليشبعه منظاره الحالي الذي لم تكن قوة عدسته لتجاوز ١٢ بوصة.

وأخذ "هيل" يحلم ببناء منظار أكبر من أي منظار سبق له استعماله؛ أكبر من منظار ليك الذي يبلغ قطر عدسته **٣٦** بوصة، وأكبر من منظاري هارفارد وبرنستون، بل وأكبر من أي منظار آخر في العالم. أما وقد بدأ "هيل" يفكر في هذا المشروع فلابد وأنه سيتحقق، ومرة أخرى شرع "هيل" ينادي "بالمزيد من الضوء".

### عدسات ومزيد من المال من أصحاب الملايين:

طلبت جامعة كاليفورنيا الجنوبية من ألفان كلارك الخبير بصقل العدسات كتلتين من الزجاج ثمنهما ٢٠.٠٠٠ دولار، وقبل توريد العدستين إلى الجامعة، اعتذر المسئولون في الجامعة بأنهم لن يتمكنوا من دفع هذا الثمن الضخم لقلة

الاعتماد المخصص للجامعة. وخطر لمدير جامعة شيكاغو وليم ريني هاربر أن يحاول الحصول على هاتين العدستين عن طريق إقناع المليونير المشهور شارلس يركس الذي كان مالكا لكثير من الأراضي في شيكاغو بأن يساهم بماله في دفع ثمنهما. على أن مدير الجامعة يئس في النهاية وذهب إلى "هيل" قائلا له: "لا تتعب نفسك معه، لقد حاولت كثيراً، ولكنه لن يعطيك سنتا واحداً".

ولم ييأس "هيل" فاتصل هو نفسه بالمليونير وكان قد قابله من قبل لأول مرة عام ١٨٩٢ وأقنعه بأهمية المشروع فأعطاه يركس العشرين ألف دولار، كما وعده بدفع تكاليف عملية صقل العدسات. وليست عملية صقل عدسة قطرها ٤٠ بوصة، وبالشكل الذي يريده العالم الفلكي، عملية هينة على الإطلاق، فإن سطح هذه العدسة تبلغ مساحته ١٢٦٠ بوصة مربعة، وينبغي صقل أربعة مسطحات لكل منها هذه المساحة، إذ لكل عدسة مسطحان، كما يجب أن يكون العمل بالغ الدقة، إذ يجب تجنب أي فقاعات هوائية وأي إجهاد لجزء من الزجاج، كما أن أية حركة تجاوز الحد المطلوب وأي ذرة من الغبار توجد بين آلة الصقل والزجاج قد تفسد عملا استغرق أياما أو أشهر، وأي خطأ حسابي– ولو لم يجاوز جزءا من الألف من البوصة– معناه إعادة العمل كله من جديد، لكل هذا لم يوجد في عام ١٨٩٢ غير رجال قلائل استطاعوا القيام بهذا العمل؛ كان "آلفان كلارك" أحد هؤلاء، وقد استغرق إنجازه لهذا العمل عدة سنوات.

كذلك تمكن "هيل" من إقناع "يركس" بأن يمده بالمال اللازم لبناء المنظار نفسه، وقامت شركة فارنر وسفازي بإنجاز هذا المشروع، وكانت متخصصة في مثل هذا العمل، وبعد أن تم صنع المنظار الذي بلغت طول أنبوبته ٦٩ قدما، عرض في المعرض الكبير الذي أقيم بشيكاغو عام ١٨٩٣. كان الهدف الذي

من أجله صنع هذا المنظار هو أن نتمكن بواسطته من رؤية عدد من النجوم يزيد بمقدار ١٥٠ مليون نجم عن عدد النجوم التي رآها جاليليو خلال منظاره. وهكذا أصبح في حوذة "هيل" أكبر منظار في العالم... ولم يبق إلا بناء المرصد المناسب له، فلما ذهب (هيل) إلى يركس يطلب مالا من جديد لم يرفض يركس طلبه هذا فحسب بل وطرده. ومرة أخرى لم ييأس "هيل" بل رحل إلى أوروبا في زيارة علمية، ولما عاد إلى أمريكا ذهب إلى يركس مرة أخرى، وبعد محاولات دامت عدة سنوات تغلب حماس وطموح العالم الفلكي الشاب على الرجل المالي العنيد الجاف، وبذلك أصبح مجموع ما أنفقه يركس على هذا المشروع ٣٤٩٠٠ دولار.

كانت نتيجة هذا أن تكونت أحدث جمعية فلكية للأبحاث في العالم، اختارت مكانا في خليج وليمز ببحيرة جنيفا في وسكنسن، على بعد يقرب من سبعين ميلا من شيكاغو، لتكون مقرا لها، وكان على أفرادها أن يتعاونوا على كشف خفايا الكون بصفة عامة وخفايا الشمس بصفة خاصة، وهنا استخدمت جنبا إلى جنب، ولأول مرة، علوم الفلك والطبيعة والكيمياء. ولم يأت عام ١٨٩٧ حتى أصبح هيل مديرا لأكبر وأحدث المراصد في العالم بل وأكثرها استعدادا، ولم يكن قد بلغ بعد الثلاثين من عمره.

### تليسكوب جديد يكشف عن سماء جديدة:

لقد تكلمنا عن (هجنز) وعرفنا أنه قام بفحص عدد من النجوم الثابتة ومن السدم بواسطة جهاز المطياف، وتكلمنا عن (بسل) وعن ستروف وعرفنا كذلك أنهما قاما بأبحاث عديدة حددا بها مسافات بعض النجوم الثابتة القريبة منا، إلا أنه على الرغم من كل ذلك فقد ظلت هذه النجوم لا تعتبر أكثر من علامات مرور في هذا الكون الفسيح، تستخدم في تحديدها أماكن الشمس

والكواكب والمذنبات فلم يهتم أحد قبل هذا القرن اهتماما حقيقيا بالبحث عن تركيب هذه النجوم أو حجمها أو قوة إضاءتها. وحتى سنة ١٩٠٠ كنا لا نعرف أكثر من المسافات التي تفصل بين أرضنا وبين ستين نجماً (ومع هذا فلم يكن أحد حينئذ قد استطاع أن يقدر على وجه الدقة ومدى اتساع نظام الطريق اللبني الذي اكتشفه هرشل) وظلت معلوماتنا حتى هذا التاريخ، فيما يتعلق بتركيب النجوم وأطوال أقطارها وشدة إضاءتها الحقيقة، معدومة تماماً.

على أن الحال قد تغير منذ بداية هذا القرن وقد تم هذا بلا شك نتيجة للاكتشافات التي توصل إليها العلماء وبفضل الرجل العبقري (هيل) مصمم المنظار فها هو الأستاذ (ادوارد امرسون بارنارد يستخدم المنظار الذي يبلغ قطره أربعين بوصة في تحديد مواقع المذنبات ومجموعات عناقيد النجوم المتقاربة، وها هو برنهام الذي تخصص في النجوم المزدوجة والمتعددة يحدد حركة بعضها حول البعض الآخر ويتوصل لمعرفة ألوانها وكتلتها. وها هو (جورج وليس ريتشي) الذي كانت له دراية كبيرة بعلمي التصوير والفلك يلتقط صوراً فوتوغرافية للقمر والعناقيد النجمية والسدم، هذه الصور التي تعتبر من أحسن الصور التي توجد في حوزتنا حتى الآن. وفي السنوات التالية لسنة ١٩٠٠ بدأ الدكتور (فرانك شليز نجر) في حساباته وأبحاثه التي أجراها على النجوم مستخدماً في ذلك نظرية (اختلاف المنظر) التي سبق لنا شرحها. وقد كان منظار (هيل) أداة مفيدة بلا شك في هذا المجال أيضاً. وفي سنة ١٨٩٩ اكتشف (ميكلسون) أن النجم الذي يطلق عليه اسم (العيوق) وهو النجم الأساسي في كوكبة العربة هو في الحقيقة نجم مزدوج (هذه المجموعة يمكننا رؤيتها فوق رؤوسنا مباشرة في الأشهر ما بين يناير ومارس). وفي سنة ١٩٠٢ بدأ (آدمز) في اختبار الطيف المنبعث من النجوم، وقد تمكن من أبحاثه في هذا

الشأن أن يضع طريقة جديدة يمكن بواسطتها تحديد بعد النجم من طيفه. كذلك استطاع (إدوارد فروست) أن يقيس حركة نجوم بعيدة إذا كانت هذه الحركة تسير في اتجاهنا أو في الاتجاه المضاد (وتعرف هذه الحركة بالسرعة القطرية) وكانت النتائج التي حصل عليها فروست صعب تصديقها، إذ وجد أن بعضاً من هذه النجوم تسير بسرعة قد تصل إلى ٣٠ ميلا في الثانية.

إن البذرة التي غرسها (هيل) قد أنبتت، وإن ما قدمه المنظار ذي الأربعين بوصة من خدمات للعلم لا يمكن تقديره فقد أمكننا بواسطته أن نحدد بعد النجوم عنا بدقة لم تعرف من قبل، وبواسطته حصلنا على نحو عشرين ألف صورة فوتوغرافية لأطياف النجوم كما نأمل في الحصول على عدد مماثل في المستقبل، وبواسطته استطعنا أن نختبر الأجواء التي تحيط بالنجوم، واستخدمنا في هذا نفس الطريق التي استخدمه هيل حين كان يختبر جو الشمس. وقد قام الفلكيون الذين عملوا في هذا المرصد بصنع أجهزة لتحليل الطيف أكبر من الأجهزة السابقة التي كانت تستخدم من قبل، وبواسطتها أمكن فحص نجوم لا يصلنا من ضوئها إلا شيء ضئيل، كما اختبرت نجوم صغيرة في الحجم (الأقزام) ليست أكبر من أرضنا، كل ذلك من أجل تجميع معلومات يقدمونها لمعاونة علماء الطبيعة النظريين لكي يستخدموها في وضع نظريات وقوانين عن تركيب الكون. هذه النظريات والقوانين قد تثبت صحتها، وقد لا تستخدم إلا في تفسير ظاهرة من الظواهر، ثم يأتي الوقت الذي يثبت فيه خطؤها فيقتصر دورها على إماطة اللثام عن حقيقة جديدة، هذه الحقيقة قد تغدو بدورها أساساً لنظرية جديدة وهكذا يستمر الحال.

### الأبحاث المتعلقة بالشمس:

حاول هيل أن يستخدم كل التسهيلات التي قدمها ذلك المنظار العظيم

من أجل أن يزيد معلوماته عن الشمس. وهكذا لم يكد يتم افتتاح مرصد (يركس) حتى شرع (هيل) في نقل أجهزته كلها إلى مكانها الحديث في خليج وليمز حيث بدأ الغور في البحث عن طبيعة الشمس وتركيبها. وقد كان للجهاز الذي اخترعه (السبكتروجراف) فضل كبير، فقد ساعده في معرفة شيء عن العواصف التي تهب في الجو المحيط بالشمس، وعن السحب الهيدروجينية وأبخرة الكالسيوم الشديدة الحرارة والتي تتحرك عبر سطح الشمس كالزوابع فتظهر تارة وتختفي تارة أخرى. كذلك حاول هيل أن يستخدم جهازه هذا للوصول إلى أصل تلك الكتل الغازية المتوهجة التي تقذفها الشمس بسرعة تزيد عادة على ٣٠٠ ميل في الثانية، والتي تصل إلى ارتفاع مليون من الأميال فوق سطح الشمس. وهو ارتفاع يساوي طول قطر الكرة الأرضية مائة مرة. هذه الكتل الغازية لم تكن تظهر في الماضي إلا في حالة الكسوف الكلي للشمس، أما الآن، وبفضل هيل، أصبح من الممكن التقاط صور لها في أي وقت.

التقط هيل صوراً فوتوغرافية لأبخرة الكالسيوم وذلك في ضوء الصوديوم والكالسيوم، كما قام بفحص كل خط من خطوط الشمس، وذلك بواسطة جهاز السبكتروهليوجراف وأخذ يستخدم كل خط منها في غرض معين. كان هيل يفحص الشمس ويقلب النظر فيها تماماً كما يفعل شخص بصندوق كبير عتيق يحتوي على مئات الأدوات المبعثرة. كذلك اهتم هيل بالبحث عن أصل تلك الهالة الإشعاعية التي تسمى بالإكليل والتي لا ترى كذلك إلا في حالة الكسوف الكلي. أما ظاهرة البقع الشمسية فقد كانت من الظواهر التي استرعت اهتمام هيل. وهي بقع لاحظها عدد كثير من الفلكيين يوماً بعد يوم، على أن أحداً منهم لم يعرف عنها شيئاً.

وكان العالم الفلكي الألماني شوابي قد لاحظ أثناء وجوده في ديسو بألمانيا،

أن الدورة الزمنية التي تمر بها البقع الشمسية تتم كل ١١ سنة، بمعنى أنه في وقت من الأوقات تظهر أكبر مجموعة من هذه البقع ثم تنقص بالتدريج في السنوات التالية إلى أن تبلغ حدها الأدنى. ثم تتزايد بعد ذلك بالتدريج حتى تبلغ حدها الأقصى من جديد. ووجد أن الزمن الذي ينقضي بين حدين أقصيين هو ١١ سنة في المتوسط.

كل هذا كان معروفا معرفة جيدة، ولكن الشيء الذي لم يكن معروفا هو السبب في اختلاف عددها، ومصدر هذه الدورة، وماهية هذه البقع ودلالتها، والعلاقة بينها وبين التركيب الداخلي للشمس، وكذلك سبب ظهور هذه البقع في مناطق معينة دون غيرها. وقد كان مجهود هيل، في هذا المجال، بعكس ما حدث في غيره، غير مكلل بالنجاح، إذ لم يوفق إلى أية نتيجة رغم كثرة الصور الفوتوغرافية التي التقطها لتلك البقع في مختلف الأضواء لألوان الطيف كلها، وقد دفعه هذا الفشل إلى ترك جهازه السبكتروهليوجراف بعضاً من الوقت، والتجأ إلى سلاح آخر، هو جهاز المطياف (سبكتروجراف) وقد ثبت هيل هذا الجهاز على منظار يركس ذي عدسة الأربعين بوصة، والذي لا يزال يعد أكبر منظار كاسر حتى يومنا هذا. وأمكنه بهذه الطريقة أن يرى أطياف هذه البقع بوضوح. وقد لاحظ فيها أن خطوط فرونهوفر المعتمة قد انشطرت فظهر كل خط منها ثلاث أو أربع مرات. ورغم أن هذه الظاهرة، وتسمى ظاهرة زيمان، كانت معروفة منذ سنوات عديدة، إلا أنها دلت في ذلك الوقت على أن البقع الشمسية تحتوي على مجالات مغناطيسية قوية. وكان هيل قد بيَّن من قبل، في سنة ١٨٩٢ أن الشمس توجد بها ظواهر كهرومغناطيسية وهي التي تؤثر على مغناطيسية الأرض.

لم تكن هذه البقع الشمسية بالشيء الذي يسهل كشفه، لا عن طريق

استخدام هذا السبكتروجراف ولا باستخدام جهاز أكبر منه. وانهمك هيل في أبحاثه وتجاربه في معمل الطبيعة وأخذ يصهر المعادن ويبخرها ثم يختبر أطيافها بواسطة جهاز المطياف، ثم يقارن بين النتائج التي يصل إليها والنتائج التي تؤدي إليها صور أطياف الشمس. وإذا كانت الشمس بعيدة عن متناول هيل، فإنه أخذ يدرس عن "الذرة" فقد كان يعلم أن هناك أوجه شبه بين أصغر الدقائق وبين نظام الكون نفسه، وأن معرفة الذرة وطبيعتها تساعد على معرفة الكون وطبيعته. كذلك تبين هيل أن عليه أن يعرف شيئاً عن الأشعة الضوئية وأصلها والعوامل التي تؤثر فيها، وأن يلم بأطياف الغازات والأبخرة المتوهجة. وعلى العموم فقد حاول هيل أن يربط في فكره بين فروع العلم المختلفة.

ومضت خمسة عشر عاما، أصبح مرصد مونت ولسن بعدها حقيقة واقعة، وأمكننا عن طريق هذا المرصد أن نلم بمعلومات عن الكون هي من الضخامة بحيث لا تكفي عشرة من الكتب لحصرها. ومع هذا فقد ظلت الأجهزة الكثيرة التي احتواها مرصد يركس مستعملة على الدوام، فكان برنهام ما يزال منتصباً على قدميه أمام منظار الـ ٤٠ بوصة ينظر إلى النجوم المزدوجة ويلاحظها. لم يكن يشتغل جالساً إلى مكتب أنيق في حجرة دافئة، بل في قبة المرصد معرضاً نفسه لبرد الليل. كما لم يكن يستخدم في أبحاثه الأجهزة الكهربائية، بل كان عليه أن يدير المفاتيح بيدين عاريتين باردتين، فتتحرك الشعيرات التي توجد بالعدسة العينية في المنظار إلى أن تصبح إحدى هذه الشعيرات في منتصف المسافة بين نقطتين صغيرتين مضيئتين، استطاع هذا الجهاز أن يظهرهما للعين نقطتين، رغم أن العين المجردة كانت تراهما نقطة واحدة. ثم يأخذ برنهام في إعادة هذه العملية وتكرارها عدة مرات، ثم ينتقل بعد هذا إلى نجم مزدوج آخر. وهكذا ظل يعمل سنوات عديدة إلى أن انتهى إلى وضع كتالوج ضمنه نتيجة

أبحاثه، ويحتوي هذا الكتالوج على ٤٨٠٠ من النجوم المزدوجة.

كذلك استخدم شليزنجر نفس المنظار الكاسر لتحديد أماكن نجومه الثابتة مستعيناً في ذلك بنظرية "اختلاف المنظر". وفي نفس الوقت كان آدمز يفحص أطياف نجومه، وكان ريتشي يستخدم منظاره العاكس ذي الـ ٢٤ بوصة الذي صنعه بنفسه ليلتقط صوراً فوتوغرافية للنجوم. أما برنارد فكان مركزاً اهتمامه في التقاط صور النجوم المكونة لنظام الطريق اللبني، مستخدماً في ذلك جهاز الاستروجراف الذي اخترعه بروس. كان برنارد يحتجب عن العيون أثناء النهار فإذا ما بدأت النجوم في الظهور عبر السماء، ظهر معها فجأة وكأن أحداً لا يدري من أين ظهر، حاملا معه ألواح التصوير، ويتجه لفوره إلى القبة التي يوجد بها المنظار، ولم يكن يعبأ بدوره ببرودة الجو أو بالصقيع. إذ أن هذا الرجل لم يكن يعيش إلا من أجل هدفه، وكان هذا الهدف هو وضع أطلس فوتوغرافي لمجموعة الطريق اللبني. وأخذ يلتقط الصور الفوتوغرافية لهذا الشريط الجميل، شريط النجوم الذي يمر بين كوكبات كثيرة كالعقرب والعقاب والدجاجة وذات الكرسي وسائل العربة والجوزاء ووحيد القرن والكلب الأكبر. كان برنارد ليلة بعد ليلة يلتقط الصور لها جزءاً جزءاً، وكثيراً ما كان يعيد التصوير لبعض المناطق عدة مرات، حتى يحصل في النهاية على صورة مناسبة. وقد أتم برنارد وضع أطلسه في النهاية، ولكن هذا لم يضع حداً لعمله فقد بدأ يلتقط الصور للنجوم البعيدة عن هذه المجرة، حتى انقضى آخر يوم في حياته.

وهكذا استمر مرصد يركس في العمل المتواصل، ولكن هيل، كما سبق أن أشرنا، لم يكن من طبيعته أن يكتفي بهذا المرصد، كان دائم البحث عن عمل جديد. فطالما هو يرى تلك البقع الشمسية لن تجد الراحة طريقاً إلى قلبه .

### علم الفلك يأتي الخامس في المرتبة:

كان الدكتور دانيال كورت جيلمان يرأس المؤسسة التي وُكل إليها التصرف في العشرة ملايين من الدولارات التي تبرع بها كارنيجي. وكان أمام الدكتور جيلمان خمسة من العلوم يمكن إفادتها بهذا التبرع، كان خامسها في القائمة هو علم الفلك. وقد اختار جيلمان بعضاً من علماء الفلك كي يستشيرهم في الكيفية التي يحسن إتباعها في إنفاق المال، وكان من بين هؤلاء العلماء بيكرنج الذي تمكن من تحديد لمعان عدد كبير من النجوم، باستعماله فوتومتر صنعه لهذا الغرض، كما استطاع أن يحلل الكثير من أطياف النجوم. وكان من بين هؤلاء العلماء العالم سيمون نيوكومب الذي تمكن من تحديد قيماً عديدة من الثوابت الفلكية.

ولم تنقض فترة وجيزة حتى اختير (هيل) عضواً في هذه اللجنة. ولم يكن عسيراً على رجل مثل "هيل" أن يقنع زملاءه أعضاء اللجنة ويقنع رئيسهم الدكتور جيلمان بأنهم ليسوا في حاجة إلى شيء كحاجتهم إلى إنشاء مرصد شمسي، ولهذا سرعان ما صوّت الأعضاء بالموافقة على إنفاق مبلغ ٥٠٠٠ دولار من أجل البحث عن مكان مناسب لهذا المرصد. واختير العالم الفلكي هاسي الذي كان يعمل في مرصد ليك على قمة جبل هاملتون بكاليفورنيا للقيام بهذا البحث. فأخذ (هاسي) يتنقل من مكان إلى مكان حاملا معه منظارا كاسرا صغيراً قطره ٩ بوصة، ليبحث عن أنسب مكان لإقامة هذا المرصد ولم يترك مكانا إلا وطرقه، في أعلى الجبال وعلى شواطئ البحيرات، في المناطق المسكونة وغير المسكونة حتى وقع اختياره أخيراً على مكانين، رأى أنهما أنسب مكانين لرصد الشمس منهما، هما جبلان في كاليفورنيا، أولهما جبل ولسون والآخر جبل بالومار. وقد صرح هاسي بتفضيله المكان الأخير إذ أن قمته مسطحة

مستوية، ومحاطة بالأشجار التي تحميها من الرياح، فضلا عن أن بعد الجبل عن المدن كان من شأنه وقاية المرصد من كل ضوء يعكر ظلام السماء خلال الليل. ومع ذلك فنظرا للبعد الشديد بين هذا الجبل وأقرب مدينة وكذلك بعده عن السكك الحديدية فقد أدى إلى رفض اختياره لإقامة المرصد فيه، واختير جبل ولسون بدلا منه. ووقع هذا القرار من هيل موقع الصاعقة، فقد بنى كل مشروعاته وآماله في المستقبل على أمل إنشاء هذا المعبد الجديد لعلم الفلك، وطالما فكر في هذا المشروع وناقش تفصيلاته وأعد التصميمات اللازمة له. على أنه من الناحية الأخرى لم يكن مثل هذا القرار ليحطم عزيمته ويثنيه عما عزم عليه، فصمم على تنفيذ المشروع على نفقته الخاصة، وما لبث أن أرسل عائلته إلى باسدينا وأعد نفسه للصعود إلى قمة جبل ولسون حاملا معه أجهزة مختلفة الأنواع متواضعة الحجم.

وبانقضاء شهر ابريل سنة ١٩٠٤ كان هيل قد جمع عددا من الصور الفوتوغرافية للشمس، التقطها في الجو الصحو الذي يخيم على قمة جبل ولسون. وعاد هيل مسرعا إلى واشنطون حاملا معه الصور حيث كانت لجنة كارنيجي تعقد أحد اجتماعاتها وعرض هيل الصور على أعضاء اللجنة وعاد يؤكد لهم ضرورة متابعة الأبحاث الشمسية، وشرح لهم مشروعاته لإقامة منظار وأجهزة فوق جبل ولسون تفوق قوتها أي منظار وأية أجهزة أخرى؛ كما شرح لهم الصعوبات التي تواجه العلماء في أرصدتهم بسبب التقلبات الجوية. وكان نتيجة ذلك أن وافق أعضاء اللجنة بالإجماع، وهم نفس الأعضاء الذين سبق لهم رفض المشروع (عندما كان هيل ملازما لفراشه)، وقرروا أن يوضع تحت تصرف هيل مبلغ ١٠.٠٠٠ دولار لتنفيذ هذا المشروع. وبعد انقضاء سنة أعطته المؤسسة مبلغ ١٥.٠٠٠ دولار لتغطية مصروفات السنة المنقضية،

وأعطته مثلها لنفقات السنة الجديدة. وتم أخيرا بناء منظار للشمس، أطلق عليه منظار سنو كما تم صنع جهاز سبكتروجراف ضخم في معامل باسدينا، بعده البؤري ٢٠٠ قدم.

وهكذا اطمأن قلب هيل أخيراً، وبدأ مرصد جبل ولسون في عمله وطافت شهرة المرصد بأنحاء العالم. واستخدم هيل جهازي السبكتروجراف والسبكتروهليوجراف في التقاط الصور الفوتوغرافية للشمس خلال ضوء طيفي ذي لون واحد. ولم يستعمل هيل في هذه المرة منظارا كاسرا قطره ٤٠ بوصة ولا يتحمل ثقلا أكبر من ٧٠٠ رطل بل استخدم منظارا ثابتا لا ضرورة حين استعماله للالتفات إلى ثقل الأجهزة المركبة عليه، كما لم تعد تقلبات الجو تؤثر على أبحاث "هيل" إذ أن العمل كان يجرى في جو صحو على جبل ارتفاعه ٦٠٠٠ قدم. كذلك تمكن هيل من التقاط صور فوتوغرافية في ضوء الأيدروجين للمناطق المتوهجة المرتفعة الحرارة التي كانت تظهر بجوار البقع الشمسية، واستعان هيل بهذه الصور في تحديد الزمن الذي تستغرقه دورة الشمس حول محورها، وبدقة متناهية. واستطاع هيل أن يعرف السرعة التي تتحرك بها سحب الكالسيوم التي تقع بأسفل السحب الأخرى، وسرعة تحرك سحب الأيدروجين العليا، والزمن الذي تستغرقه دورة الشمس سواء عند خط الاستواء فيها أو عند قطبيها.

## حيود في ضوء النجوم:

إن الضوء الذي يصلنا من النجوم ضعيف جدا، إذا قورن بالضوء الذي يصلنا من الشمس. ولهذا فإن علينا أن نعرض لوح التصوير لأضواء النجوم مدة طويلة من الزمن إذا ما أردنا الحصول على أطيافها، وعلى الرغم من أن المنظار الجديد ذي قوة تحليلية كبيرة إلا أنه إذا ما استخدم في رصد نجم من النجوم فإن

على ضوء هذا النجم أن ينعكس على مرآتين قبل أن يمر خلال عدسة المنظار العينية وهو في كل مرة ينعكس فيها على إحدى هاتين المرآتين يفقد من بعض شدة إضاءته. إذاً فلم تكن مسألة الحصول على طيف نجم من النجوم مسألة هينة.

ومع ذلك فقد ظل آدمز مدة خمس ليال، يتتبع بمنظاره حركة النجم "الرامح " وهو ذلك النجم الأحمر البراق الذي يدخل في تكوين كوكبة "الراعي " واستطاع آدمز في النهاية أن يحصل على صورة لطيف هذا النجم، وكان شبيها بطيف شمسنا. كما أثبت من صورة هذا الطيف أن هذا النجم "الرامح" أكبر برودة من شمسنا. فطيف النجم إذاً هو السبيل إلى تحديد درجة حرارته ويكفينا نظرة واحدة إلى الطيف لنعرف منه ارتفاع درجة حرارة النجم كما أننا نستطيع أن نعرف درجة الحرارة من لون النجم نفسه، فالنجوم الحمراء درجة حرارتها منخفضة نسبيا، وتليها النجوم الصفراء، ومنها شمسنا، ثم البيضاء، وأخيراً النجوم الزرقاء.

ولكن ما مصير هذه النجوم الحمراء أمثال ميرا والرامح وقلب العقرب: هل هي في طريقها إلى الفناء، وهل يدل لون النجم على عمره، أم أن ألوان النجوم تتغير تبعاً لدورة معينة؟ ثم كيف يولد النجم وكيف يموت؟ .. ترى هل النجوم الزرقاء كالنجم "رجل الجبار" الذي يدخل في تكوين الركبة اليسرى من كوكبة الجبار، هل هي نجوم ناشئة لم تجاوز بعد الحلقة الثانية من عمرها، وهل النجوم التي تشبه شمسنا نجوم بلغت دور الكهولة؟ ..

### "وتأملنا بإعجاب السماء.."

تُقسم النجوم الثابتة اليوم إلى عدة أنواع تبعاً للشكل الذي يتخذه طيفها، ويرمز لكل نوع منها بحرف معين، فهناك الأنواع: و، ب، أ، ف، ج، ك، م، ر،

ن، س. ويرجع هذا الترتيب الغريب للحروف إلى تقسيمات قديمة للنجوم،

أما نجوم النوع الذي يرمز إليه بالحرف "و" فهي شموس تتراوح درجات حرارتها بين ٢٠، ٣٠، ٥٠ ألف درجة مئوية. ومن بين هذه الشموس النجم "سهيل تلقين " الذي يدخل في تكوين كوكبة السهيل والتي لا يمكن رؤيتها إلا للناظر من النصف الجنوبي للكرة الأرضية، وكذلك النجم سيف الجبار الذي يدخل في تكوين كوكبة الجبار. هذا وطيف كل نجم من هذه النجوم عبارة عن خليط من الألوان متصل بعضها بالبعض الآخر ويتقاطع معها عدد كبير من الخطوط البراقة التي ترجع في مصدرها إلى الغازات المتوهجة المحيطة بالنجم.

ويمكن تقسيم نجوم النوع "و" بدورها إلى عدة أقسام. هذا ويحتوي بعض نجوم هذه المجموعة، الشديد الحرارة، على مواد تزيد مائة مرة على المواد التي تحتويها شمسنا وتسمى هذه النجوم بنجوم وولف رايت نسبة إلى مكتشفيها "وولف" الفلكي الذي اكتشفها في هيدلبرج بألمانيا، و"رايت" الفلكي الذي اكتشفها في باريس بفرنسا، وقد اكتشفت هذه النجوم سنة ١٨٦٧. كما لوحظ أن أمثال هذه النجوم تشع كميات كبيرة من الطاقة حتى أن الأجواء المحيطة بها تتكون من ذرات في حالة متأينة، بمعنى أن ارتفاع درجة حرارة هذه الأجواء تؤدي إلى طرد إلكترون واحداً أو إلكترونين أو ثلاثة من الكترونات كل ذرة، وينتج عن ذلك أيونات موجبة والكترونات سالبة، فعناصر الهليوم والأزوت والكربون والأكسوجين توجد كلها في حالة (تأين).

ومن المعروف أن الالكترونات تدور حول نواة الذرة، بنفس الطريقة التي تدور بها الكواكب حول الشمس. ولما كان عدد الالكترونات السالبة مساوياً لعدد الجسيمات الموجبة التي توجد بالنواة فإن الذرة تظل من الناحية الكهربائية متعادلة. أما في المناطق التي ترتفع درجة حرارتها ارتفاعاً كبيراً فإن بعض هذه

الإلكترونات يحاول أن يسلك طريق الحرية وينفصل تماماً عن الذرة.

أما النجوم الداخلة في النوع "ب" فدرجة حرارة سطحها تتراوح بين ١٤، ٢١ ألف درجة مئوية، كما تظهر خلال الأطياف المستمرة لهذه النجوم خطوط معتمة ترمز إلى غاز الهليوم. ومن هذا النوع من النجوم النجم "رجل الجبار **Rigel**" الذي يدخل في كوكبة الجبار. كذلك كما هو الحال في المجموعة السابقة– يمكن تقسيم نجوم المجموعة "ب" إلى أقسام فرعية تعرف بـ ب (صفر)، ب (١)، ب (٢).. إلى ب (٩).

أما نجوم المجموعة "أ" التي تضم نجم الشعرة اليمانية وهو من كوكبة الكلب الأكبر وهو الذي يبدو لنا أكثر النجوم تألقاً في السماء، فتتراوح درجة حرارة سطحه من ٨ إلى ١٠ آلاف درجة مئوية. وتليها المجموعة "ف" وتتراوح درجة حرارة سطحها بين ٣٦٠٠، ٧٠٠٠ درجة مئوية. ويدخل في تكوين هذه المجموعة النجم المعروف "بالشعرة الشامية أو الشعرة الغميضاء" وهو أحد نجوم كوكبة الكلب الأصغر.

وتقع شمسنا في قسم فرعي للنوح "ج" يرمز إليه بـ ج (صفر) وتبلغ درجة سطحها ٥٨٥٠ درجة مئوية. ثم تأتي المجموعة "ك" ذات النجوم الحمراء، وتتفاوت درجة حرارتها بين ٤٣٠٠، ٤٩٠٠ درجة مئوية فقط، ثم المجموعة "م" الأكثر احمراراً فتتراوح درجة حرارتها بين ١٨٠٠ و٣٤٠٠. ويدخل في تكوين المجموعة الأخيرة النجم "الرامح" (من كوكبة الراعي) وإبط الجوزاء (من كوكبة الجبار) والنجم قلب العقرب (من كوكبة العقرب). ويلاحظ أنه كلما انتقلنا من مجموعة إلى المجموعة التالية لها، مبتدئين بالمجموعة "و" ومنتهين بالمجموعة "م"، نجد أن الخطوط المعتمة التي تظهر في أطيافها تصبح أكثر وضوحاً. وتسمى هذه الخطوط (بخطوط الامتصاص)، وترجع في مصدرها إلى الطبقات الغازية التي

تحيط بسطح النجوم المتوهجة والتي هي أكثر برودة من هذا السطح.

أما في المجموعة "ف" فخطوط المعادن تبدأ في الظهور خلال أطياف نجومها، وفي المجموعة "ك " تظهر مركبات كيماوية كأكسيد التيتانيوم، أما الكربون فيبدأ في الظهور ابتداء من المجموعة "ك". كذلك تحتوي المجموعتان "ر" و"ن" على كميات كبيرة من الكربون.ونصل أخيرا إلى المجموعة "س"، وهي تختلف عن المجموعة "م" في أن أطياف نجومها تظهر فيها خطوط أكسيد الزركانيام بينما تختفي في الثانية؛ على أن كلا المجموعتين تتفقان في خلوهما من أكسيد التيتانيوم. والمجموعات الثلاثة الأخيرة لم تكتشف في الواقع إلا حديثا، كما أنها لا تضم إلا عددا صغيرا من النجوم. فالمجموعة "ر" اكتشفها العالم الفلكي الشهير بيكرنج في سنة ١٩٠٨، الذي كان يعمل في مرصد هارفارد، أما نجوم المجموعة "س" فقد قام بفحصها العالم الفلكي ميرل، من مرصد جبل ولسون.

### عمالقة السماء وأقزامها:

وإذا ما بدأنا البحث في المجموعة "ج" وجب علينا أن نفرّق بين النجوم العمالقة والنجوم الأقزام. فشمسنا من النجوم الصغيرة ولذلك فهي قزم أما ميرا وهو نجم في كوكبة الحوت، فيبلغ طول قطره ٤٠٠ مرة قدر قطر الشمس، ولهذا فهو نجم (عملاق) بكل معنى الكلمة. ولكن، ما دلالة تقسيم النجوم إلى هذه المجموعات المختلفة؟ هل النجوم العمالقة الحمراء هي مثلا نجوم حديثة السن، لم تتجاوز دور التكوين بعد؟ .. وهل نجوم المجموعة (أ) ستصبح في وقت ما ضمن المجموعة (و) أو (ف) فتمر مثلا على المجموعات بالترتيب (أ) ثم (ف) وهكذا؟ ..

وهل المصير الذي ينتظر الشموس جميعا هو أن تصبح أكثر برودة

وتنكمش بالتدريج؟ أم أنها ستصبح مع مرور الزمن أقزاما حمراء؟ .. لقد تمكن الفلكيون بمساعدة أجهزتهم الحديثة أن يجيبوا على عدد كبير من الأسئلة، وقد كانت الإجابة على تلك الأسئلة التي ذكرناها بالإيجاب، ولكن الأمر الذي لا شك فيه أنهم كلما توصلوا إلى إجابات على أسئلة ظهرت أخرى جديدة تحل محل الأسئلة القديمة، أليس هناك حدا لهذه الأسئلة التي تتعلق بطبيعة الكون؟

ذكرنا أن آدمز استطاع أن يصور طيف النجم "الرامح" بعد أن سلط الضوء المنبعث منه، لفترة طويلة، على لوح فوتوغرافي مستخدما في ذلك منظار سنو، على أنه لم يلبث بعد ذلك أن قفز هذا السؤال: لِمَ لا تصور أطياف نجوم أخرى؟ وقد أصبحت جملة هيل المشهورة "مزيدا من الضوء" تتردد أيضاً على لسان آدمز، الذي كان يشعر بحاجة علم الفلك إلى صور لأطياف نجوم أخرى، لأطياف لا تقع أطوالها عند حد الخمس بوصات فحسب وإنما قد تصل إلى ١٠ أو ١٥ أو حتى إلى ٢٠ بوصة. ومن فوق جبل ولسون استطاع برنارد أن يلتقط صورا فوتوغرافية لعدد كبير من النجوم، وبينما كان التقاط الصورة في خليج وليمز يتطلب تعريض لوح التصوير لضوء النجم لمدة عشر ساعات، ولم يكن هذا العمل ليستغرق فوق جبل ولسون أكثر من ثلاث ساعات، وذلك نظرا لصحوة الجو المحيط بقمة هذا الجبل.

كان لدى هيل أيضا ما يشغله مع منظاره الشمسي، فرغم أن هذا المنظار كان يعمل بنجاح، ورغم أن هيل استطاع أن يضيف إليه بعض الأجهزة المصنوعة محليا كأجهزة سبكتروجراف واسبكتروهليوجراف، والتي كانت أبعادها مما لم يسمع به من قبل، ورغم أنه في كل يوم كانت تلتقط صور فوتوغرافية للشمس وصور عديدة للطيف، ورغم أن الجو كان على أحسن ما يرجى إذ أن لكاليفورنيا ٣٠٠ يوم من السنة تكون فيها خالية تماما من السحب، رغم كل

ذلك صادف هيل بعض الصعوبات. ذلك أن طبقات الجو التي تحيط بالأرض كانت تعكر صفاء الصور التي تلتقط بواسطة منظار (سنو) الأفقي. لذلك رأى هيل أنه لابد من صنع منظار رأسي، أي منظار على صورة برج. وفعلا شيد هيل منظارا برجيا بلغ ارتفاعه ٦٦ قدما. وقد اعتمد في تصميمه له على منظار اينشتين الذي يوجد في مرصد بوتسدام، بالقرب من برلين. وما لبث بعد انتهائه منه أن شيَّد منظارا برجيا آخر يبلغ ارتفاعه ١٦٥ قدما وكان فيه ضوء الشمس ينعكس بواسطة مرآة متحركة موجودة بأعلى البرج المصنوع من الصلب، إلى العدسة الشيئية متجها في خط رأسي إلى أسفل، وفي أسفل البرج القائم على الجبل كانت توجد حجرة للأرصاد الفلكية. فإذا سقطت أشعة الشمس على الفتحة الطولية الرفيعة من جهاز السبكتروجراف انكسرت الأشعة بواسطة منشورات وحزازات الانعطاف وحينئذ يسمع صوت المحرك الكهربائي الذي يتحكم في حركة جهاز السبكتروهليوجراف وبعدها تؤخذ صورة فوتوغرافية للشمس قطرها ١٦ بوصة فيظهر على صورة الشمس هذه الكثير من البقع الشمسية.

على أن هيل لم يكن يفكر في الشمس وحدها.. بل فكر كذلك في النجوم الثابتة، وفي الأسرار التي تكتنف أشعتها الضوئية.. وبالجمع بين علم الفلك وعلم الطبيعة استطاع هيل أن يتعمق في بعض أسرار شمسنا وشموس غيرها وفي سنة ١٨٩٤ ابتدع هيل فكرة استخدام العين الكهروضوئية ليحدد بواسطتها شدة لمعان الهالة الضوئية التي تحيط بالشمس-. وهو جهاز يمكنه أن يحول الموجات الضوئية إلى موجات كهربائية.

إنه نفس الجهاز الذي يستعمل في السينما ليحولها إلى سينما ناطقة وفي التليفزيون وغيرهما. وهو بلا شك ذو فائدة كبيرة للفلكي فبواسطته يمكن

المقارنة، وبدقة متناهية، بين شدة لمعان النجوم بعضها ببعض، وقد أصاب هذا الفرع من الأبحاث الذي تستخدم فيه العين الكهروضوئية تقدما كبيرا، فاليوم نجد باستطاعة جويل ستيبنز مدير مرصد واشبرن في ويسكونس بالولايات المتحدة قياس مدى توهج النجوم بدقة تزيد كثيرا على دقة العين المجردة. وبواسطته استطاع أن يحدد درجة حرارة أي نجم من النجوم، وأن يحدد كمية الغبار والغازات المنتشرة في الفضاء فيما بين النجوم وبين السدم الحلزونية.

كان وليام هيل، والد عالمنا الفلكي، قد اشترى لابنه كتلة من الزجاج قطرها ٦٠ بوصة وسمكها ٧.٧٥ بوصة إبتاعها من شركة فرنسية في سانت جوبين المختصة بصناعة الزجاج.. كانت هذه هي هدية الوالد لابنه بالضبط كأي والد آخر حين يهدي ابنه كتابا أو رباطا للعنق. وكانت هذه الكتلة كبيرة حقا، فحتى ذلك اليوم لم يكن لأي منظار في العالم القدرة على تجميع الضوء بمثل قدرة هذه الكتلة الزجاجية. لو أمكن تشكيلها بشكل خاص!! وعلى أية حال، فقد أصبحت مؤسسة كارنيجي الآن واثقة كل الثقة من وجود مرصد ناجح للأبحاث المتعلقة بالشمس على جبل ولسون وأن هذا المرصد يستحق كل عون، وأن إقامة مرصد آخر لرصد النجوم، وعلى نفس الجبل، ستكون له بلا شك فائدة عظيمة. لذلك كلفت المؤسسة وليس ريتشي أن يحول هذه الكتلة الزجاجية الضخمة إلى مرآة لمنظار.

### عاكس أم كاسر؟

ومنظار يركس من المناظير الكاسرة بمعنى أنه يحتوي على عدسة تجمع أشعة الضوء.. ويبدو أن أكبر عدسة يمكن صنعها هي عدسة طول قطرها ٤٠ بوصة، وذلك لأن عملية صب الزجاج السائل هي عملية نادراً ما تنجح نتيجة لفقاقيع الهواء التي تظهر بها. وأنه لمن الصعب أن نحصل على زجاج نقي وشفاف في

مثل هذه الكتل الكبيرة. وليس هذا هو كل شيء إذ أن عملية صقل سطح كبير كهذا من العمليات التي يحف بها كثير من الصعاب. وحتى بفرض نجاح هذه العملية، وبفرض إمكانية صنع هذه العدسة الشيئية فإن عملية تركيبها في المنظار نفسه من العمليات الصعبة وذلك لأن العدسة يجب ألا ترتكز إلا على حافتها الرفيعة وغالباً ما ينتج عن ذلك انثناء في جسم العدسة نفسها تحت تأثير ثقلها. ورغم أن هذا الانثناء قد يكون ضئيلا جداً إلا أن الصورة التي ينتج من مرور الضوء على هذه العدسة تبدو مشوهة وبالتالي عديمة الجدوى. وهناك عيب آخر للعدسة البسيطة ذات السطحين المحدبين: إنها لا تؤدي إلى انكسار أشعة الضوء كلها بنفس الدرجة فالأشعة الحمراء مثلا لا تنكسر بنفس الدرجة التي تنكسر بها الأشعة الزرقاء، وقد تظهر حول الصورة نتيجة لذلك هالة متعددة الألوان. وهي نفس الظاهرة التي ضايقت جاليليو كثيراً. لهذا كله لم تكن العدسة البسيطة ذا فائدة كبيرة في الأبحاث الحدية، على أنه إذا ما اجتمعت عدستان مصنوعتان من نوعين مختلفين من الزجاج فإن هذا "الاختلاط في الألوان" يصبح من الممكن تجنبه إلى حد ما. ومنذ أن اهتدى شستر مور هول إلى حل لهذه الصعوبة في عام ١٧٢٥ وكل المناظير الكاسرة الجيدة تحتوي على عدستين منفصلتين، ومعنى هذا أنها تحتوي على كتلتين من الزجاج وأربعة مسطحات يجب صقلها.

وحتى أجود أنواع الزجاج من شأنها أن تضعف من قوة الضوء الساقط عليها، ويزيد هذا التأثير كلما زاد سمك الزجاج، فما بالك في هذه العدسة الشيئية الكبيرة التي يجب أن تكون على درجة كبيرة من السمك حتى يمكنها مقاومة الانحناء الذي يسببه ثقلها. ولقد ذكرنا أن العدسة لا تجمع الأشعة في بؤرة واحدة إذا ما اختلفت أطوال موجاتها.. ولكن ما تأثير ذلك على الصورة

التي تظهر على اللوح الفوتوغرافي؟ إن اللوح الفوتوغرافي أشد حساسية للضوء الأزرق من غيره من الألوان، بينما نجد عين الإنسان أشد حساسية للضوء الأصفر. لذلك يجب التفرقة بين الصورة التي تراها العين والصورة الفوتوغرافية الناتجة عن منظار كاسر.

هذه هي الصعوبات التي جعلت هيل يقرر أن المنظار الجديد يجب أن يكون من النوع العاكس، أي منظار ذو مرآة. وبهذا يمكنه أن يتجنب عملية تثبيت العدسة عل حافتها الرفيعة وأن يتجنب عملية صقل أربعة مسطحات، علاوة على إمكانية استخدام هذا المنظار إما للرؤية وحدها أو لأعمال التصوير، وذلك لأن المرآة لا تفرق بين الألوان المختلفة، فالأشعة الضوئية كلها يمكن جمعها بواسطة المرآة في بؤرة واحدة.

كانت الكتلة الزجاجية التي بلغت مساحة سطحها ٢٧ قدماً مربعاً قد نقلت من خليج وليمز إلى "باسادينا" حيث وضعت بين يدي ريتشي الماهرتين ليفعل بها ما يشاء وقد صنع ريتشي لهذا الغرض جهازاً ضخما للصقل وبالتدريج حول سطح هذه الكتلة المستوى إلى سطح على شكل القطع المكافئ وركزت أشعة الضوء الساقطة عليه في نقطة تبعد ٢٣ قدماً من السطح. أما عملية تسوية السطح هذه فقد استغرقت ستة أشهر، كان الغرض منها إعطاء الكتلة الشكل المطلوب ثم تأتي بعد ذلك عملية التلميع. ومن أجل القيام بهذه العملية أدخل ريتشي على الحجرة التي يعمل بها تعديلات، وذلك لئلا يدخلها غبار أو تراب، إذ كان يعرف تماماً ما يمكن لذرة واحدة من الغبار أن تسببه من إتلاف لهذا السطح، وكان لديه مادة يمكن بواسطتها إزالة أي شائبة من الشوائب مهما كانت ضآلتها، وكان يستخدم في هذه العملية لوحاً معدنياً يتحرك فوق سطح الزجاج فيزيل بواسطته التجاعيد الصغيرة من على

السطح، مستعملا في ذلك مسحوق مبلل. كان يتابع هذه العملية في كل مرة لبضع ساعات، وبين كل مرة وأخرى يجرى عليها عملية الاختبار أو المراجعة: هل تم كل شيء على الوجه المرسوم؟ أم لا زال من الواجب إزالة طبقة أخرى لا يزيد سمكها على ٠.٠٠١ بوصة من الزجاج؟ إن أي خطأ من هذه الأخطاء يعني إعادة العملية كلها من جديد. ومن أجل اختبار هذا السطح كان ريتشي يظلم الحجرة تماما ثم يسلط شعاعاً من الضوء على المرآة ويلاحظه وهو يمر فوق السطح ومن هذا كان يعرف الخطأ وموضعه. وانتهت عملية صقل المرآة هذه بعد سنتين كاملتين أي في سنة ١٩٠٦..وبينما كان ريتشي منهمكا في مرآته كان هيل منهمكا في إنشاء قبة المرصد والمباني الأخرى اللازمة، وقد ساعده كثيرون آخرون في حل أكثر من مائة صعوبة أثناء عملية الإنشاء هذه.

### رقعة شطرنج في السماء:

وأتى "كابتين " الهولندي، الذي أراد أن يتمم ما بدأه هرشل في سبيل تحديد نظام الطريق اللبني ومعرفة مكوناته، فوضع لنفسه برنامجا لتصوير هذا النظام، ولمراجعة عمل هرشل. ومن أجل تحقيق هذا الغرض قسم "كابتين" نظام الطرق اللبني إلى مناطق مختارة، وأخذ يعد النجوم التي تحتويها بعض هذه المناطق، ثم يحدد شدة لمعان هذه النجوم. ثم يحدد عدد النجوم الموجودة في عدد من مربعات هذه الرقعة وبذلك يمكنه الحصول على المجموع الكلي للنجوم. وقد حاول "كابتين" أن يحصي أكبر عدد ممكن من النجوم في كل مربع من مربعات هذه الرقعة ولم تكن هذه العملية بسيطة، إذ أننا إذا ما بدأنا في حصر النجوم الخافتة وجدناها تمتد إلى مساحات شاسعة بحيث يصعب على أي فرد أن يتابع حصرها إلى النهاية. هذا علاوة على أن "كابتين" لم تكن لديه من الأجهزة ما يكفيه للقيام بهذا العمل. على أنه ما كان هيل وزملاؤه يسمع بفكرة

"كابتين" حتى اقترحوا عليه أن يقوم بتنفيذها على جبل ولسون. وقد حضر "كابتين" بنفسه إلى أمريكا وأمضى بالمرصد سنوات عديدة تمكن بعدها من وضع كتالوج حصر ووصف فيه ٦٧٩٤١ من النجوم، وقد رصدت كلها بواسطة منظار الستين بوصة.

كان الفلكيون يدورون كالنحل في شغل شاغل حول هذا المنظار الجديد، ففي أول خمس سنوات التقطت بواسطته نحو ٤٠٠٠ صورة للنجوم. أضف إلى ذلك الصور التي التقطت للشمس بواسطة منظار سنو **Snow** والمنظار البرجي، علاوة على ما رصد بالعين من النجوم المتغيرة والنجوم المزدوجة والبقع الشمسية.

## أقدار النجوم:

قديما، وحوالي سنة ١٤٠ ق.م. قسم هيباركاس النجوم إلى مجموعات تبعا لشدة إضاءتها، وأعطى لكل مجموعة منها قدرا معينا. ووجد هبارتشاس أن ستة من هذه المجموعات يمكن رؤيتها بالعين المجردة. أما المجموعة التي أعطا لها الرقم ٦ فهي تلك المجموعة التي لا تراها العين إلا بصعوبة وذلك لخفوت ضوئها. والنسر الطائر وهو نجم في برج العقاب، مثل من أمثلة النجوم التي أعطى لها القدر الأول، وهي مجموعة من النجوم الشديدة اللمعان–على أن هناك من النجوم ما هو أشد لمعانا من هذه المجموعة، وهي بدورها تحمل الأرقام (صفر)، (–١)، (–٢) وهكذا. وكذلك قد يعطي لأقدار النجوم أرقاما قد تكون كسرية فالنجم "الشعرة اليمانية"، في كوكبة الكلب الأكبر يحمل الرقم (–١.٦) وهو أحد النجوم الثابتة وأكثرها لمعانا في السماء، ويمكن رؤيته في الاتجاه الجنوبي أثناء فصل الشتاء.

هذا والنجوم من القدر ١ أشد بريقا من النجوم من القدر ٢ بمقدار ٢.٥ مرة، وهذه النجوم بدورها أشد بريقا من النجوم من القدر ٣ بمقدار ٢.٥ مرة

كذلك أي أن النجوم من القدر ١ أقوى من النجوم من القدر ٦ بمقدار مائة مرة. فهذه الأقدار إذاً تدلنا على شدة اللمعان الظاهرية للنجوم، وليست لها أية دلالة على حجم النجوم أو سعتها. ويوصف لمعان هذه النجوم بأنها "ظاهرية" لأنها تعبر عن بريق النجم كما يظهر لنا من على سطح الأرض. وبديهي أن هذه الشدة الظاهرية في اللمعان تتوقف على الإضاءة الحقيقية للنجم وعلى بعده عنا.

فإذا افترضنا أننا تمكنا من وضع النجوم جميعها على بعد واحد منا، فإن السماء حينئذ سوف تظهر بلا شك بصورة مختلفة تماماً عن صورتها الحالية. فقد تغدو بعض النجوم التي تبدو لنا ذات بريق قوي، قد تغدو أقدارها ٣ أو ٤، والعكس فقد تصبح بعض النجوم الخافتة من القدر ١ أو صفر. فشمسنا!! إنما تبدو لنا قوية في لمعانها لا لشيء إلا لأنها قريبة منا، ولو فرض وكانت على بعد ٣٢.٥ سنة ضوئية لما غدت أكثر من نقطة مضيئة، ولأصبح قدرها ٤.٨٥.

ولهذا البعد أهمية خاصة في علم الفلك لأن النقطة التي تبعد بهذا القدر من الأرض يمكن اعتبارها رأس مثلث يحصر بين أضلاعه عند هذه النقطة زاوية قدرها ٠.١ من الثانية تقابل نصف قطر مدار الأرض حول الشمس. وعلى هذا فإذا فرض أن شخصاً أراد أن يرصد الأرض من نقطة تبعد عنها بمقدار ٣٢.٥ سنة ضوئية، فسوف يرى الأرض حينئذ وهي تدور حول الشمس في دائرة نصف قطرها يقابل زاوية= $\frac{1}{60}$ من الثانية– ولو افترضنا أن هذا الراصد وُجد على مسافة قدرها ٣.٢٦ سنة ضوئية فإن نصف القطر في هذه الحالة سيكون مقابلاً لزاوية= ثانية واحدة أي $\frac{1}{3600}$ من الدرجة.

ويطلق على مسافة ٣.٢٦ سنة ضوئية اسم "بارسك "، وهي مشتقة من كلمتين: الكلمة الأولى "بارالاكس "، وهي من الكلمات المستعملة في علم

الفلك وتعني نصف القطر لمدار الكرة الأرضية حول الشمس، والثانية هي كلمة "ساكند " ومعناها (ثانية). وعلى هذا فإن كلمة "بارسك " تعني ما ينشأ عن اختلاف المنظر السنوية بمقدار ثانية واحدة.

- وعلى هذا فإن مسافة ٣٢.٦ سنة ضوئية= ١٠ بارسك.

كذلك تستعمل في علم الفلك عبارة "القدر المطلق" ويعبر بها عن شدة إضاءة أي نجم إذا وجد على بعد ١٠ بارسك. أي أن هذا الرقم يرمز في الواقع إلى شدة الإضاءة الحقيقية للنجم. فإذا ما عرفنا قيمة شدة الإضاءة الحقيقية لنجم من النجوم، وكذلك الفرق بين شدة إضاءته الحقيقية وشدة إضاءته الظاهرية، أمكننا أن نعرف مقدار بعد هذا النجم.

وقد استطاع "آدمز" حين كان يستخدم منظار الستين بوصة، أن يتوصل إلى طريقة يمكن بواسطتها تحديد القدر المطلق لمجموعة معينة من النجوم البعيدة جداً، وذلك عن طريق أطيافها. وبهذا تمكن من إيجاد وسيلة لتحديد البعد الذي يفصل بيننا وبين كل من هذه النجوم، ولم يكن هذا ممكناً من قبل بالطريقة العادية: طريقة حساب المثلثات.

### قطارات تصفر ونجوم تهرب:

هل تستطيع أن تتصور مثلا أن الطيف، الذي هو مجموعة من الألوان تكوّنت نتيجة لمرور الضوء خلال قضيب زجاجي مثلث الشكل، يمكننا أن نعرف عن طريقه مدى تحرك مصدر الضوء واتجاهه وسرعته؟ ذلك أن الضوء لمنبعث من مصدر يتحرك في اتجاهنا يختلف عن الضوء الذي ينبعث من مصدر يتحرك مبتعداً عنا. إنك تلاحظ الظاهرة نفسها إذا استمعت إلى قطار يطلق صفارته، فهو كلما اقترب منا علا صوت صفيره، وفي اللحظة التي يمر بنا القطار

ويبدأ في الابتعاد عن مكاننا يبدأ صوت الصفير في الخفوت وتقل حدته.

تسمى هذه الظاهرة بظاهرة دوبلر، نسبة إلى مكتشفها العالم الطبيعي كريستان دوبلر، وتحدث نتيجة للتغيرات التي تطرأ على شدة تردد الموجات الصوتية. فعندما يتحرك القطار في اتجاهنا، يصلنا في زمن معين عدد من الموجات يزيد عن الموجات التي تصلنا عندما يكون القطار مبتعداً عنا. ولنضرب لك مثلا بسيطاً: لنفرض أنك واقف على محطة للسيارات العمومية، وأن سيارة من هذه السيارات تمر بالمحطة كل عشر دقائق. إنك إذا سرت في الاتجاه الذي تقبل منه هذه السيارات، لوجدت أن عدد السيارات التي تصادفك يزيد عن ستة في الساعة، بينما إذا قطعت نفس المدة سائراً في الاتجاه المضاد، صادفت عدداً أقل من ستة سيارات.

وتتبع الموجات الصوتية القانون التالي:

"كلما زاد تردد الموجات، زادت حدة الصوت". وهذا هو السبب في اختلاف حدة صوت الصفير في حالة اتجاه القطار نحونا عما إذا كان مبتعدا عنا وإننا لنصادف كثير من أمثال هذه الظاهرة في هذا العصر، عصر القطارات ذات الصفارات، والسيارات ذات الأبواق!!

ونصادف نفس الظاهرة أيضاً في علم البصريات، فالمصدر المضيء المتجه نحونا تصدر عنه موجات ضوئية ذات تردد أقصر من الموجات التي تصدر عن مصدر مضيء مبتعدا عنا، وتبدو هذه الظاهرة في الطيف لأن خطوط فراونهوفر تنحرف عن مكانها في اتجاه اللون البنفسجي، أي في اتجاه اللون ذي الموجة القصيرة، أما إذا كان مصدر الضوء مبتعداً عنا فإن الخطوط تنحرف في اتجاه اللون الأحمر أو اللون ذي الموجة الطويلة. وتزداد ظاهر دوبلر وضوحا كلما زادت سرعة مصدر الضوء. وبمقارنة طيف نجم من النجوم، بطيف آخر منبعث

عن مصدر موجود في المخبر (المعمل)، يمكننا معرفة السرعة القطرية للنجم. وقد استخدم آدمز منظار الستين بوصة على جبل ولسون ليتوصل إلى مئات من النتائج كلها من هذا النوع، كذلك حدد بدقة، وفي نفس الوقت، أماكن آلاف من الخطوط في طيف الحديد. وهكذا عقد قران شرعي بين علمي الفلك والطبيعة، وقد أثبت مع الزمن أنه قران موفق منتج.

وفي الوقت الذي كان يجري فيه هذا النشاط كله، كان جورج إليري هيل ينفذ مشروعه الخاص بإنشاء منظار المائة بوصة. كانت الشركة الفرنسية في سانت جوبان قد صنعت قرصا من الزجاج يزن خمسة أطنان ويبلغ طول قطره نحو ٨.٥ من الأقدام. على أنه ثبت للأسف أن هذا القرص لا يصلح. وعادت الشركة فصنعت قرصا آخر، ظهر أنه أسوأ من سابقه. كان ذلك راجعا إلى وجود بعض الفقاقيع الهوائية الملعونة في الزجاج، وحاولت الشركة مرة أخرى وأخيرة، ثم لجأت إلى اليأس. وقد طلب "هيل" من الشركة أن ترسل إليه في "باسادينا" بأفضل هذه الأقراص الثلاثة، وهناك اختبر "ريتشي" الزجاج بدقة فائقة، ثم ما لبث أن أعلن أنها لا تصلح مطلقا. وأخيرا بعث "هيل" بأكبر خبير في صناعة الزجاج، وهو الدكتور أرثر. ل. داي، بعث إليه إلى "باسادينا"، حيث اختبر القرص الزجاجي بدقة، وكوّن اعتقادا مخالفا لاعتقاد ريتشي، فقد قال "إن هذه الفقاقيع الهوائية التي توجد بالكتلة الزجاجية، لن تشوه أو تؤثر على المرآة التي سوف تصنع منها، بل على العكس ربما جعلتها أكثر ملاءمة".

### حياة من أجل مرآة:

ذهب ريتشي للعمل ،وكأنه ذاهب لوداع صديق للمرة الأخيرة. وكان العمل الذي سبب لريتشي هذا الضيق هو خشيته من عدم التوفيق في إتمام هذه المغامرة، مما قد يؤدي إلى فقده للشهرة التي كان قد اكتسبها كصانع مرايا

المناظير العظيمة. لقد كان تشاؤمه يصور له أن المخاطر التي يقوم بها مصيرها الفشل ولم يتسلل إلى خاطره لحظة أنه سوف ينجح في ذلك.

إن بعضا من الناس يتخذ من عملية صقل المرايا هواية لهم، ومن الهواة من يستطيع أن ينتج، بنجاح كبير، مرايا قطر الواحدة ثلاث أو أربع أو عشرة بوصات. أما إنتاج مرآة قطرها ١٠٠ بوصة فهذا عمل لا يمكن أن يقوم به هاو. فهو عمل لا يتطلب كل وقت الرجل فحسب بل يتطلب حاسة سادسة وتركيزا مطلقا في العمل. وهو مجهود مضني أكبر من أن يتحمله بشر.

لقد أمضى ريتشي ست سنوات في هذا العمل. وكانت السنة تلو السنة وريتشي ماض في عمله وقد ركز كل أفكاره في هذه الكتلة الزجاجية الضخمة. وعرف "هيل" عن الصعوبات التي كانت تواجه ريتشي ولكنه لم يتدخل لأنه كان على يقين بأنه لا حول له ولا قوة إزاء هذا الموضوع. وفي سنة ١٩١٢، أي كما ذكرنا بعد ستة سنوات من بدء العمل، أثمر جهادهم وصبرهم الطويل، وأصبح من المتيقن أن منظار الستون بوصة لم يعد أكبر منظار في العالم.

وفي شتاء عام ١٩١٠، وعندما كان الجليد يكسو الجبل، قام أندرو كارنيجي بزيارة المرصد. وقد كانت لهذه الزيارة أثر طيب في نفسه. فقد أمر بعد عودته بقليل بمضاعفة المبالغ التي خصصتها المؤسسة للأعمال الفلكية وذلك مساهمة من هذه المؤسسة في مساعدة هيل على بناء المنظار الذي يحوي على هذه المرآة ذات المائة بوصة. وبعد أن تمت عملية صنع الأجزاء الميكانيكية ثم عملية تجميعها أقيمت القبة. وكان منظار هيل هذا يختلف في تصميمه عن منظار الستون بوصة، وكدأب هيل في الإجادة، أدخل على المنظار التحسينات الفنية الحديثة، فقد استعمل معدات وأجهزة كهربائية تدور أوتوماتيكياً، وأدخل المصعد الكهربائي في التصميم وأقيم المنظار على محور وبطريقة بحيث لا ينتج

عنها احتكاك يذكر والواقع أن منظار المائة بوصة أعد بما أضيف إليه من أجهزة ومعدات ليكون آية من آيات الصناعة.

استغرق العمل في المشروع وقتاً طويلا، فقد كانت هناك عقبات وقفت أمام العاملين فيه. أولهما عملية صب الزجاج ثم عملية الصقل والتلميع، وأخيراً عملية بناء المنظار والقبة. وبالإضافة إلى كل هذا كانت الحرب العالمية الأولى ما تزال دائرة، تعاونت كل هذه الأسباب في تأخير ميعاد الانتهاء من المنظار. وفي نهاية العمل كان هيل قد فقد الطموح والنشاط اللذان عرفا عنه، وفي شهر نوفمبر عام ١٩١٧، وبينما كانت الحرب العالمية ما تزال تستعر في أوربا، كان يقف على جبل ولسون ثلاث رجال شملهم الاضطراب أمام العدسة العينية للمنظار العملاق الجديد.. وهناك في حجرة للاستراحة، خصصت لرجال الفلك، كان يوجد رجل رابع وقد حمل رأسه بين كفيه. كان هذا الرجل هو ريتشي نفسه، وقد جلس بعيداً عن المكان الذي يختبر فيه الرجال الثلاثة نتيجة المجهود الذي بذله ريتشي سنين طوال. واتجه هؤلاء الثلاثة–الواحد بعد الآخر– إلى المنظار الذي كان موجهاً وجهة كوكب المشترى، وبدأ هيل فنظر خلال العدسة العينية وتبعه آدمز ثم روبرت الفريد نويز الشاعر الإنجليزي وصديق هيل الحميم. وعلى الرغم من أن الدلائل كلها كانت تشير إلى أن ريتشي كان دائماً على صواب أثناء العمل إلا أن النتيجة كانت مخيبة لآمالهم. فقد رأى الثلاثة صورة غير واضحة لكوكب المشترى وأصبحوا على يقين من أن الدلائل كلها كانت تشير إلى أن المجهود الذي بذله ريتشي والذي استغرق سنين طوال، قد باء بالفشل. وأصبح موقف ريتشي يرثى له.

فكر هيل قليلا ثم قال "لقد كانت القبة مفتوحة طوال فترة ما بعد الظهر ولعل ما حدث هو نتيجة تأثير حرارة الجو فمرآة كبيرة كهذه يلزمها مدة طويلة

من الزمن حتى تبرد، لذلك اقترح معاودة التجربة في وقت آخر". وانصرف الجميع. وفي الصباح المبكر لليوم التالي نهض هيل، الذي لم يكن يعني بإعطاء نفسه فترة قصيرة للراحة، متجهاً إلى المنظار وكله شك في نجاح التجربة وفي هذه المرة أدار المنظار في اتجاه النجم النسر الواقع في كوكبة القيثارة ونظر خلال العدسة العينية وفجأة أشرق وجهه وظهرت عليه علامات السرور والفرح، فقد رأى أمام عينيه خلال المنظار النجم المنشود جلياً واضحا.

كان من الصعب على ريتشي أن يصدق هيل ولكن عينيه بددت كل شك وأصبح من الواضح أنه نجح.. لقد انتهت المحنة التي عاش خلالها قبل أن يعلن نجاحه. لقد صنع ريتشي المرآة التي كرس حياته من أجل صنعها. لقد أهدى ريتشي للعالم منظار الستون بوصة، وها هو الآن يعطي العالم ما هو خير من ذلك: منظار المائة بوصة، أعظم ما أنتج في حياته.. ولم تمض أسابيع على إعلان هذا النجاح الباهر، الذي كان خير خاتمة لحياة ريتشي، حتى غادر ريتشي هذا العالم إلى عالم آخر. عالم الخلود..

### في الطريق إلى المرصد:

كانت السيارة في طريقها إلى المرصد وكان الضوء المنبعث من مصابيحها يضيء لنا الطريق ويكشف أحيانا عن الأشجار الممتدة على جانبيه، والتي كانت تبدو لنا أشباحا، وفي أحيان أخرى يكشف لنا عن مبان كبيرة كالقلاع أو يمتد في الظلام الدامس ويتلاشى في أعماقه. وفي الوقت الذي كان الطريق فيه يبدو أمامنا ملتويا يحيط به الظلام من كل جانب، كانت قبة السماء العظيمة تبدو لنا وقد رصعت بالنجوم. ولقد استغرقت رحلتنا من باسادينا إلى رينكون ساعتين ونصف، مررنا خلالها بقرى صغيرة. ومن رينكون بدأ طريق آخر طوله ٩٠ ميلا يوجد في نهايته مرصد جبل بالومار. وكانت طريقة السائق في القيادة

تدل على أنه قد طرق هذا الطريق مراراً، فبينما كانت عيناه تنظران إلى الطريق كان يتحدث إلينا حديث العالم الخبير عن النجوم، والسحب الغازية، والأعمال الفلكية التي تدور في مرصد جبل بالومار ومرصد جبل ولسون ولم نكن نعرف شخصية العالم الفلكي الذي يشاركنا هذه الرحلة ويقود لنا السيارة. وتخيلناه من فرط إعجابنا به الدكتور والترباد، أول من استطاع تحليل نواة السديم الحلزوني إلى وحدات من النجوم. وجال بذهننا أيضا انه ربما يكون ملتون هامسون أو أي عالم ممن يعملون في ميدان الفلك.

وبعد فترة عرفنا أن محدثنا هو الدكتور إيرا بون مدير مرصدي جبل ولسون وجبل بالومار.. تحدث إلينا الدكتور بوون فقال "في عام ١٩٤٨ طلب هيل من مؤسسة روكفلر إمداده بالمال اللازم لصنع منظار المائتي بوصة، ولكن طلبه هذا أثار إشكالا. فقد كان من رأي هيل أن يكون المنظار الجديد خاضعا لإشراف مؤسسة كارنيجي التي تشرف أيضاً على مرصد جبل ولسون؛ ولكن هذا الرأي لم يجد تأييدا من وكلف روز مدير مؤسسة روكفلر الذي صمم على أن يكون معهد كاليفورنيا الهندسي هو المالك الوحيد لهذا الجهاز، وذهب إلى أبعد من هذا، فقد رأى أن تكون الدراسات في المرصد الجديد متممة للدراسات التي تجرى في مرصد جبل بالومار. ولقد أثار هذا الاقتراح ثائرة جون ميريان مدير مؤسسة كارنيجي، الذي اعتقد أن هذا الاقتراح يعني عدم مقدرة مؤسسة كارنيجي على القيام بالإدارة والإشراف على المرصد الجديد. ولولا أن هيل وزملاءه تداركوا الأمر بحكمتهم لوئد المشروع قبل ولادته. فقد استطاعوا بجهادهم التوفيق بين رجال مرصدي ولسون وبالومار، وذلك بوضعهما تحت إشراف إدارة واحدة .

وقد عرفنا نحن فيما بعد أن خمسة عشر عالما فلكيا من الذين يعملون على

منظار جبل بالومار، الذي بلغت تكاليف إنشائه ما يزيد على ٦.٥ مليون دولار كانوا يعملون قبل ذلك في مرصد جبل ولسون، وقد عينتهم مؤسسة كارنيجي في مناصبهم الجديدة؛ بينما بلغ عدد العاملين على هذا الجهاز من التابعين للمعهد الذي يمتلكه، وهو معهد كاليفورنيا، ثلاثة رجال فقط.

وواصل الدكتور بوين شرحه قائلا: "لقد كان إدوين هابل (عام ١٩٢٤) أول من طبق الطرق الفلكية لقياس أبعاد السدم التي تبعد كثيرا عن مجرتنا، وتحقق من أن سديم المرأة المسلسلة، وغيرها من السدم الحلزونية، عبارة عن مجموعات نجمية تبعد ملايين السنين الضوئية. وفي عام ١٩٥٣ مات هابل في الوقت الذي كان يحلق بأفكاره فوق حدود الكون..".

### مجموعة المجرات الخارجية:

واصل الدكتور بوين حديثه معنا قائلا: "إنك لتعجب حين تعلم كمية المعلومات التي حصل عليها الإنسان عن الكون في الأربعين سنة الأخيرة، وربما زاد عجبك حين تعلم أنه في الوقت الذي كان فيه هيل يعمل جهده لإتمام صنع منظار المائة بوصة، لم يكن هناك أحد يعرف مدى بعد السدم الحلزونية".

ثم استطرد قائلا: "كان إدوين هابل هو أول من حدد بعد سديم "المرأة المسلسلة" وقد نجح في هذا العمل الذي سبق أن فشل فيه الكثيرون ممن سبقوه في هذه المحاولة. كما استطاع هابل أن يكتشف "النجوم الجديدة" وهي نجوم ليست جديدة بالمرة، إنما هي عبارة عن نجوم تنفجر فجأة فيزيد لمعانها ١٠٠٠٠ مرة خلال بضع أيام أو حتى بضع ساعات- هذا مع العلم بأن كثيرا من النجوم الجديدة لم تظهر في الصور الفوتوغرافية القديمة إلا على شكل نقط ذات ضوء خافت. وفي عام ١٨٨٥ اكتشف هابل في سديم المرأة المسلسلة أول "مجموعة خارجة من النجوم الجديدة " وبعد ذلك بعشرة سنوات اكتشف

نجما جديدا في سديم آخر. ويرمز لهذا النجم بالرقم ٥٢٥٣ في كتالوج درير وعندما عثر كرتس في عام ١٩١٧ على نجم جديد آخر في سديم المرأة المسلسلة، حاول أن يستنتج من شدة لمعانه مقدار بعده عنا، وبالتالي بعد السديم كله، وقد كان هذا العمل سهلا عليه وذلك بمقارنة شدة إضاءة النجم الحقيقية بشدة إضاءته الظاهرية. خصوصا وقد افترض أن النجوم الجديدة الموجودة في السديم سوف يصبح لها وقت انفجارها نفس الإضاءة الحقيقية للنجوم الجديدة الموجودة في مجرتنا".

"على أن أول قياس صحيح لبعد السديم كان نتيجة لجهود هابل الذي استطاع أيضا البرهنة على صحة قياسه هذا. ففي أواخر عام ١٩٢٣ نجح هابل في تحليل منطقة محدودة، في حافة سديم المرأة المسلسلة، إلى وحدات نجمية. واكتشف هابل وسط هذه النجوم نجما قيفاويا من القدر الثامن عشر، وتبين أن دورة هذا النجم هي شهر واحد. ومن هذا استطاع تحديد مقدار بعده عنا. وقد كان هذا البعد كبيرا جدا بحيث زال كل شك في طبيعة السديم وأصبح من الواضح أنه عبارة عن جزر نجمية تقع بعيدا عن خارج مجرتنا. منذ ذلك الحين والأبحاث تتقدم بخطى سريعة. ففي عام ١٩٢٩ كان معروفاً لدينا ٨٦ نجما جديدا و٤٠ نجما قيفاويا في سديم المرأة المسلسلة. وبإجراء عمليات حسابية تبين لنا أن ضوء هذا النظام المجاور لنا أي سديم المرأة المسلسلة يلزمه مليون ونصف سنة ضوئية حتى يستطيع الوصول إليها، وتبين لنا كذلك أن السدم الأخرى ما هي إلا مجرات كمجرتنا".

لقد جاء هرشل فاختبر نظام مجرتنا، ثم جاء فلكيون من بعدها ليختبروا مجرات أخرى تجاوز مجرتنا. وأرادوا معرفة شكلها وحدودها وعدد النجوم التي تحتويها وعما إذا كانت هذه النجوم تدور حول مركز مشترك وكيفية دورانها. ثم

جاء إدوين هابل فاستخدم منظار المائة بوصة الذي يوجد، على جبل ولسون، ليختبر به مجرات نائية تبعد كثيرا عن مجراتنا. وقد تمكن هابل من اكتشاف مجموعات أخرى من المجرات، وبمرور الزمن سوف يكتشف الفلكيون مجموعات أخرى وهكذا.. فقد ثبت فعلا وجود ملايين من هذه المجرات. وبعض من هذه المجرات فقط يمكن تحديد بعدها عنا بدقة، وذلك بواسطة معرفة بعد نجم قيفاوي موجود بها، أما البعض الآخر فلا يمكن تحديد بعدها عنا إلا على وجه التقريب وذلك من "نجومها الجديدة".

### برندت شمدت ومنظاره المصور:

ولد شميدت عام ١٨٧٩ وعُرف عنه منذ طفولته بحب الاستطلاع. وبدأ حياته العملية بصناعة المفرقعات واتخذ منها هواية له.. وحدث أن حاول في مرة من المرات أن يصنع قنبلة حقيقية فنجح في ذلك ولكن نجاحه هذا كان أكثر مما توقع!! فقد فقد ذراعه بسببها، وفقد مع ذراعه حبه لهذه الهواية. وانصرف اهتمامه بعد ذلك إلى صناعة العدسات وإلى فن التصوير.. كان يجمع الزجاجات الفارغة المكسورة الملقاة على شاطئ جزيرة نارجين حيث كان يقيم، ويستخدم قيعانها في صنع عدسات ومرايا للمناظير. ثم اتجه بعد ذلك في شبابه إلى دراسة الهندسة، واتخذ من عملية صنع مرايا المناظير مهنة له. وفي عام ١٩٣٦ انتقل شميدت إلى هامبورج حيث أتيحت له فرصة زيارة المراصد الموجودة بها، وتمكن هناك من دراسة العيوب التي توجد بمرايا المناظير أو بعدساتها.و عرف عن عيب الاستجماتزم (اللابؤرية)، وعن عيب الكوما (التذييل الضوئي) التي توجد بمرايا المناظير، كما عرف عن عيب الزيغان اللوني الذي يوجد بعدسات المناظير، وقد كرس شميدت حياته كلها من أجل القضاء على هذه العيوب.

ويفسر عيب الاستجماتزم الذي يوجد بالمرايا، بأن الأشعة الضوئية التي تسقط بميل على المرآة لا تتجمع في نقطة واحدة، بل في عدة نقط مختلفة من شأنها أن تؤثر على صورة الجسم المرصود فتشوهها. أما ظاهرة الكوما أو التذييل الضوئي فهي السبب في أن صورة النجوم التي تقع قريبة من حدود مجال النظر للمنظار لا تظهر على شكل نقط ضوئية محددة بل تظهر وكأن لكل منها ذيل ضوئي. ويؤثر هذان العيبان على مجال النظر للمنظار فيحدا من مساحته.

وفي عام ١٩٢٦ توصل شميدت إلى حل نظري لإزالة هذه العيوب، وكان عمره حينئذ سبعة وأربعون عاماً، ولكنه في أول الأمر لم يلق من أحد اهتماماً بأفكاره. وبعد مضي سنوات ثلاث وأثناء اشتراكه في رحلة استكشافية نظمها مرصد هامبورج إلى جزر الفليبيين لرصد كشوف الشمس، هناك التقى شميدت بالعالم الفلكي الدكتور باد وشرح له شميدت اختراعه الجديد؛ لمنظار خال من التذييل الضوئي. وفي السنة التالية، أي في عام ١٩٣٠، صنع شميدت أول جهاز من هذا النوع وطلب من "باد" اختباره وبالفعل تم ما أراده شميدت. وتمكن الدكتور (باد) حينئذ، بواسطة هذا الجهاز، من قراءة الكتابة الموجودة على حجر مقبرة كانت تبعد كثيراً عن مكانه؛ وفي الحال أعلن الدكتور باد بأنه جهاز ضوئي ممتاز. وفي عام ١٩٣١ استطاع شميتدت بواسطة أحد أجهزته من التقاط صور فوتوغرافية كانت في غاية الجودة والإتقان. وفي نفس العام تلقى شميدت طلباً من البروفسور سكور لصنع منظار كبير من هذا النوع، وفي نفس الوقت أعلن الدكتور باد عن حاجة مرصد بالومار لجهاز من أجهزت شميدت. وفي عام ١٩٣٥، وهو العام التالي لوفاة شميدت، تم تشييد أول جهاز من هذا النوع على جبل بالومار لاستخدامه في أعمال الرصد. وفي مدى خمس سنوات

من هذا التاريخ استطاع الجهاز أن يكشف عن ثمانية عشر نجماً في سدم حلزونية بعيدة، وكانت هذه النجوم من نوع "النجوم فوق الجديدة" ، إذ كان بريقها يكبر بريق الشمس بمقدار ١٠٠ مليون مرة، والطاقة التي يشعها كل نجم من هذه النجوم، في فترة ٢٥ يوماً، تعادل الطاقة التي تشعها شمسنا في مليون سنة.

* * *

ما سألنا أحد العلماء عن الشكل المعتاد لمرآة المنظار، أجاب بأنه قطع مكافئ دوراني، ومعنى هذا أننا إذا قمنا بعمل قطاع رأسي للمرآة ماراً بأحد أقطارها، فإن حافة السطح تظهر على شكل جزء من منحنى رياضي يعرف بالقطع المكافئ. والسبب في ذلك أن هذا النوع من المرايا من شأنه إعطاء صورة حقيقية–إلى حد ما–للجسم.. أو بعبارة أخرى لا يظهر فيها إلا عيوب صغيرة نتيجة للاستجماتزم وظاهرة الهالة كما شرحنا من قبل. وجاء برنارد شميدت وأزال باختراعه هذا الأخطاء الصغيرة أيضاً. وبدأ عمله بالاستغناء كلية عن المرايا ذات القطع المكافئ، واستعاض عنها بمرايا ذات شكل كروي–ولهذا النوع الأخير من المرايا عيوب أخرى، منها أن قيمة نسبة الفتحة فيها غير كبيرة، أي أن مقدرتها على تجميع الضوء تصبح ضعيفة كما استخدم شميدت مع مرآته الكروية "عدسة مصححة" مصنوعة من زجاج رقيق توضع في بؤرة المرآة، ومشكَّلة بطريقة خاصة بحيث يمكنها استيعاب الأخطاء التي تظهر بالصورة وقبل أن يصل الضوء إلى المرآة. وللمنظار من هذا النوع مجال للنظر كبير جدا، حتى أن في إمكانه تصوير الدب الأكبر بأكمله وبوضوح على لوح فوتوغرافي واحد.

ويوجد أقوى جهاز من أجهزة شميدت للتصوير من حيث القدرة على تجمع الضوء على جبل بالومار، إذ أن نسبة الفتحة فيه= ١:١ وقد أقيم عام ١٩٤٠. ويترك من مرآة كروية قطرها ١٢ بوصة وعدسة مصححة قطرها ثمانية

بوصات. أما أكبر هذه الأجهزة–من حيث الحجم–فيحتوي على مرآة قطرها ٧٢ بوصة وعدسة مصححة قطرها ٤٨ بوصة ونسبة الفتحة فيها تساوي ١: ٢.٥. والعدسة المصححة هي أدق وأثمن جزء في جهاز شميدت، ويرجع ذلك إلى عملية تشكيلها وصقلها، إذ يجب أن تتم هذه العملية بمنتهى الدقة وإلا فلن تؤدي الغرض المطلوب منها.. وليس أدل على ذلك من أن "دون هندركس"، وهو رئيس قسم البصريات بمرصد جبل ولسون، ظل يبحث في مجموعة من الألواح الزجاجية تكفي لملء غرفة كبيرة، حتى استطاع في النهاية أن يعثر على قطعة زجاجية أمكنه استخدامها في صنع عدسة مصححة قطرها ٤٨ بوصة وسمكها بوصة واحدة، وقد استغرق في هذه العملية مدة ثلاثة أشهر متتالية على الرغم من أنه استخدم أحدث الأدوات والمعدات اللازمة لهذا الغرض.

وقطع الدكتور "بوين" حبل تفكيرنا قائلا: "سوف ترى بنفسك جهاز التصوير هذا، وسوف تشاركنا في اعتبارنا إياه أنه أحسن ما نمتلك من أجهزة، ولولاه لما أمكننا الحصول على هذه الصور التي توجد في حوزتنا الآن، وبنفس الوضوح التي تظهر به، وسوف نواصل استخدام هذا الجهاز حتى ننتهي من "الأطلس الكبير".وقد سألناه عن هذا الأطلس فأجاب مبتسماً "إنه مشروع بدأه معهد كاليفورنيا بالاشتراك مع الجمعية الوطنية بأمريكا" ثم ازدادت ابتسامة الدكتور بوين وهو يواصل إجابته قائلا: "ولقد أعجب الجغرافيون كثيراً بمجهودنا فأبدوا رغبتهم في الاشتراك معنا في اكتشاف بعض الأجزاء المجهولة من الكون. وقد بدأنا العمل على هذا الأطلس في ١٩ يوليو عام ١٩٤٩ واستطعنا منذ ذلك الحين إلى الآن، أن نصور جميع الأجرام التي يمكننا رؤيتها من على جبل بالومار، والتي لا يزيد بعدها منا عن ستمائة سنة ضوئية. لقد بلغ عدد هذه الصور الفوتوغرافية حوالي ١٨٠٠ صورة.. إنه عمل كبير من غير شك.. هذا علاوة

على المجهود الذي يلزم لاختبار وتحليل كل صورة من هذه الصور على حدة، ونأمل في المستقبل أن نعيد القيام بهذه العملية بالنسبة لنصف الكرة الجنوبي.

### النجوم الملونة:

قسم العلماء السماء إلى **١٩٣٥** قسماً. والتقطوا لكل قسم صورتين فوتوغرافيتين، الأولى على لوح حساس للون الأحمر والثاني حساس للون الأزرق. يقول الدكتور بوين "من هذه الألواح الفوتوغرافية يمكننا تحديد "الدلائل اللونية" للنجوم وإذا عرفنا هذه الدلائل اللونية فقد استطعنا تحديد شدة الإضاءة المطلقة لهذه النجوم ودرجات حرارتها". ويعني الفلكيون بالدلائل اللونية للنجوم، بأنه الفرق بين ضوء النجم كما يظهر على لوح فوتوغرافي، وضوء النجم نفسه كما يظهر لعين الإنسان. ونحن نعلم أن اللوح الفوتوغرافي العادي أكثر حساسية للضوء الأزرق من عين الإنسان. ولهذا السبب يظهر النجم الأحمر ضعيفا خافتا على الصور الفوتوغرافية بالنسبة إلى النجم الأزرق رغم أن كلاهما قد يتساوى في اللمعان كما يبدو ذلك لعين الإنسان.

وتوجد هذه الظاهرة واضحة في كوكبة الجبار، حيث يبدو لعين الإنسان أن النجم الأحمر المسمى "بإبط الجوزاء "، والذي يقع في الجزء الشمالي من الكوكبة، بأنه يلمع بنفس الشدة التي يلمع بها النجم الأزرق "رجل الجبار " الذي يقع في الجزء الأيمن، أي أن إبط الجوزاء يظهر وكأنه نجم من القدر الثاني. والدليل اللوني كما ذكرنا هو حاصل عملية طرح شدة إضاءة النجم كما تراه عين الإنسان من شدة إضاءة النجم كما هو ظاهر في الصورة الفوتوغرافية. وقد اختار الفلكيون النجوم من النوع أ (صفر) لتمثل رقم صفر على مقياسهم، وعلى هذا فالدليل اللوني للنجوم الزرقاء من النوع (و، ب) له رقم سالب على هذا المقياس، أما الدلائل اللونية للنجوم الحمراء والصفراء فلها أرقام موجبة.

وتتراوح أرقام الدلائل اللونية بين -٠.٣ للنجوم الأكثر زرقة+ ٢.٠ للنجوم الأكثر احمرارا.

وتتفرع النجوم حينما تصبح نوعها الطيفي ج (صفر) إلى فرعين: الأول هو عبارة عن امتداد طبيعي للفرع الأساسي (التسلسل الرئيسي) والثاني عبارة عن فرع متشعب منه (التسلسل الفرعي). ويتكون الفرع الأول من نجوم عادية كالشمس، أما الفرع الثاني فيتكون من نجوم عملاقة مثل العيوق في كوكبة سائق العربة وعلى الرغم من أن الشمس والعيوق من نوعٍ طيفي واحد، إلا أنهما مختلفان في الحجم، فأولهما قزما، والآخر عملاقا.

ويوضح لنا الدكتور بوين مسألة الدليل اللوني فيقول: "ومن درجة حرارة النجم وشدة إضاءته المطلقة يمكن معرفة قطر هذا النجم بدقة لا بأس بها". "فهذه المسائل إذن مرتبطة ببعضها ارتباطا وثيقا، ولا شك في أن هذا الارتباط يسهل على العالم الفلكي مهمة البحث عن تفاصيل كثيرة عن نجوم لم يكن يأمل مطلقا في الوصول إلى معلومات عنها. ولا يعوقنا في هذا المجال إلا ضخامة عدد النجوم، لأننا إذا أردنا معرفة حقيقة مقطع مجرة من حيث التركيب، فعلينا أولا أن نعرف خواص وحدات كثيرة من النجوم. وهذا ممكن خصوصا إذا ما استخدم جهاز شميدت للتصوير، الذي ثبت أنه نافع ومفيد للغاية في مثل هذه الأبحاث".

* * *

قال هيل ذات مرة: "إن هذا المشروع في حاجة إلى شباب، وإن أحداً من الذين عاونونا في إنشاء هذا المرصد لم يأمل قط أن يرى نتيجة ما قدم من عمل". لقد كان هيل صادقا في عبارته هذه كل الصدق، ففي الوقت الذي تم فيه عملية إقامة المنظار كان هيل قد فارق الحياة الدنيا. كذلك لم يشهد بيز هذا المنظار وهو أول من قام بعمل التصميمات اللازمة له، وهو الرجل الذي كان

يشارك هيل أمله في أن يرى منظار الثلاثمائة بوصة كذلك مات سينكلير سميث قبل أن يرى ثمرة مجهوده في تصميم الدوائر الكهربائية ولوحة المفاتيح التي تقوم مقام الإنسان في إدارة المنظار.

## كلمة من رجل الإحصاء:

لا شك أن الأرقام يمكنها أن تعطينا صورة واضحة دقيقة عن حقيقة الأشياء. وما دام الأمر كذلك فسوف نستخدمها لكي نصف مدى عظم هذا المرصد. إن قطر البناء الذي يضم منظار هيل العاكس يبلغ ١٣٧ قدماً. ويبلغ ارتفاعه نفس القدر تقريباً. وقد أقيم هذا البناء على أربعة وعشرين عموداً من الخرسانة يغوص جزء منها إلى ما يتراوح بين خمسة وثمانية أقدام في المنطقة الجرانيتية من الجبل. ويبلغ قطر كل عمود ما يقرب من ستة أقدام.

أما المنظار ذاته فقام على أربعة أعمدة، تمتد أجزائها السفلى في الأرض الصخرية إلى عمق يتراوح بين عشرين وخمسة وعشرين قدما. والسبب الذي من أجله أقيم المنظار على أعمدة منفصلة عن باقي الأعمدة التي أقيم عليها البناء هو أن يبقى المنظار بمنأى عن الاهتزازات التي قد تحدث في القبة نفسها. ويتكون الجزء السفلي الثابت للقبة من حائطين من الخرسانة المسلحة بينهما فراغ مملوء بالهواء. وقد غطى الحائط الداخلي بطبقة رقيقة من مادة الاسبستس والألومنيوم، وذلك لحماية حجرة الرصد، وبالتالي المنظار، من التغيرات التي قد تحدث في درجات الحرارة.

أما الجزء المتحرك من القبة فيتكون من ألواح مزدوجة من الصلب، مغطاة من الخارج بطبقة من الألومنيوم. ويساعد الفراغ الموجود بين هذه الألواح المزدوجة على حماية حجرة الرصد من التغيرات الحرارية كذلك. ويوجد بهذا الجزء المتحرك من القبة فتحة طولها ثلاثون قدماً، تسمح للنظار النظر من

خلالها في أي اتجاه، أفقياً كان أم رأسياً.

ويتحرك هذا الجزء على ٣٢ وحدة من العجلات. كل وحدة تتكون من أربعة عجلات، وتدور هذه العجلات على قضيبين اثنين بواسطة أربعة محركات كهربائية قوة كل منها خمسة أحصنة، وبهذه الطريقة يمكن توجيه هذه الفتحة أتوماتيكياً إلى الاتجاه المطلوب. ويمكن تغطية هذه الفتحة بواسطة لوحين منزلقين وذلك في الوقت الذي لا يكون فيه المنظار مستعملا، ويزن كل لوح من هذه الألواح حوالي ١٠٠٠٠٠ رطل.

ويمكن التحكم في حركة جميع المحركات الكهربائية، سواء كانت تلك التي تتحكم في انزلاق هذين اللوحين أم تلك التي تدير القبة، وجميع الأجهزة الأخرى التي تتحكم في حركة الأجزاء المتحركة في المنظار، بواسطة لوحة المفاتيح. والبناء مقسم إلى ثلاثة طوابق: ففي الدور الأرضي توجد المكاتب وحجرات التصوير المعتمة ومكتبة صغيرة وصالات لتناول الطعام، هذا عدا حجرات بها أجهزة لتكييف الهواء. أما في الدور الأول فتوجد حجرة للزوار، وخصصت باقي الغرف لمختلف الأجهزة اللازمة للعمل كمضخات الزيت وألواح المفاتيح الكهربائية وغيرها.

فإذا ما صعدنا من الطابق الأول إلى الطابق الذي يليه بالمصعد الكهربائي، أو على درجات السلم، فسوف نجد أنفسنا في ردهة واسعة، في نهايتها يوجد حائط زجاجي كبير يفصل الردهة؛ ومن خلاله يمكن لأي زائر مشاهدة المنظار دون إزعاج المشتغلين بالمرصد أو إحداث أي تأثير على المنظار ذاته، فحساسيته قد تتأثر من الحرارة التي تشعها أجسام هؤلاء الزوار. وليس المنظار، كما قد يتبادر إلى ذهن الشخص العادي، عبارة عن أنبوبة معدنية، ولكنه في الواقع أسطوانة مصنوعة من قضبان متشابكة. وهي من النوع الذي يغلب

استعماله بالمناظر العاكسة. وتزن هذه الأسطوانة ما يقرب من ١٢٥ طنا، وقد اقتضت النواحي الفنية تصميم هذه الأسطوانة على هذا الشكل غير المعتاد. ويجب أن تكون المرآة الرئيسة في موضع ثابت بالنسبة للمرآة المستوية، مهما كان موضع أو اتجاه المنظار. وقد استطاع مارك سورير الموظف بشركة وستنجاوس وهي الشركة التي قامت بصنع الأسطوانة وقاعدتها-التغلب على هذه الصعوبة بعد تفكير ودراسة دامتا وقتا طويلا. وتوجد المرآة الرئيسية في الجزء السفلي من الأسطوانة، أما المرآة المستوية (أو قد يكون الراصد نفسه) فتوجد في الجزء الأعلى من الأسطوانة.. والأسطوانة محملة على قاعدة على شكل U، ويوجد أكبر مقطع بالأسطوانة في منتصفها، وهو على شكل مربع طول ضلعه ٢٢ قدما. ومثبت في هذا الجزء وصلتين معدنيتين هما في الواقع بمثابة محورين يحملان الجهاز بأكمله، ويرتكز هذان المحوران على القاعدة المتشعبة التي ترتكز عليها الأسطوانة أيضا.

وعلى المحورين يتحرك المنظار إلى أعلى أو إلى أسفل، ويطلق الفلكيون على هذه الحركة اسم "الميل " وتميل القاعدة بزاوية قدرها ٣١° و٣٣ على المستوى الأفقي، أي أن محورها يوازي محور الكرة الأرضية متجهاً نحو الشمال. ويمكن التحكم في حركة المنظار الدائرية بواسطة إمرار زيت تحت ضغط مرتفع جدا إلى محور هذه القاعدة.

وتتكون القاعدة التي تحمل المنظار من :

١ : هو الجزء السفلي وهو على شكل صندوق، متفرع منه جزآن آخران كل منهما عبارة عن أسطوانة من الصلب طولها ٦٣ قدما، ويرتكز في وسط كل أسطوانة أحد محوري المنظار.

٢ : الجزء العلوي، وهو على شكل حدوة حصان، عرضها ٤٦ قدما

وسمكها أربعة أقدام. ويزن هذا الجزء ما يقرب من ٣٢٠٠٠٠ رطلا. وتزن القاعدة كلها ٥٥٠٠٠٠ رطلا وهي من الضخامة بحيث يتعذر صنعها أو نقلها كلها على مرة واحدة، ومن أجل هذا جزئت إلى ثلاثة أقسام، ونقل كل جزء على باخرة عبر قناة بناما ومن سان ديجو نقلت على عربة يشدها من الأمام جراران كبيران ويدفعها من الخلف جرار ثالث. وبهذه الطريقة أمكن الوصول بهذه الأجزاء الضخمة إلى الجبل حيث جمعت. وعلى الرغم من ضخامة القاعدة إلا أنه يمكن لمحرك كهربائي، لا تزيد قوته على ثلاثة أحصنة، تحريك الجزء الأكبر منها– وهو الذي يشبه حدوة الحصان–ومعه المنظار أيضاً الذي يبلغ وزنه ١٢٥ رطلا، في أي اتجاه، إلى الشرق أو الغرب، ويسمى العلماء هذا الاتجاه "الطالع المستقيم" .

ويطلق على هذا النوع من قواعد المنظار بالقواعد الاستوائية، وهو النوع الذي يكون فيه المحور الرئيسي للقاعدة موازيا لمحور الكرة الأرضية، ويستخدم هذا النوع من القواعد في المناظير الفلكية، إذ أنه يفيد في الحالات التي يكون فيها المنظار موجها وجهة نجم معين وحين يراد منه متابعة حركة هذا النجم. فيلزمنا حينئذ تحريك المنظار في اتجاه الطالع المستقيم وذلك لأن حركة النجم ما هي إلا حركة ظاهرية نتيجة لدوران الأرض حول محورها.

أما ميل المحور الرئيسي للمنظار فيتوقف على الموضع الجغرافي للمرصد نفسه. ويمكن تحديد هذا الموضع من دوران قبة السماء الزرقاء التي تدور حول مركز يقع جهة الشمال. ومن ارتفاع هذا المركز عن الأفق يمكن تحديد خط العرض الجغرافي لمكان المرصد. أما المركز فيقع بالقرب من نجم من القدر الثاني، ويعرف باسم النجم القطبي أو الشمالي وقد كان المسافرون ورواد البحر في الزمن القديم يستدلون منه عن الطريق إلى الشمال، ومازالت هذه الطريقة تستخدم حتى يومنا هذا.

ويستخدم محرك كهربائي ذو سرعة منتظمة، قوته $\frac{1}{12}$ من الحصان، في تحريك المنظار من الشرق إلى الغرب. وسرعة هذا المحرك هي ذاتها سرعة دوران الأرض من الغرب إلى الشرق. فإذا أراد الفلكي توجيه المنظار وجهة نجم معين فعليه حينئذ تحديد موضعه، وذلك من قيمة زاوية الانحراف والزمن. فإذا ما انتهى من ذلك، حرك مؤشراً خاصاً حركة معينة حسب هذه القيمة التي حددها، ثم يضغط بعد ذلك على زر خاص فيدور المنظار إلى الاتجاه المطلوب. ويمكن ضبط هذه العملية بدقة، تصل إلى خمسة ثوان من الزاوية أي $\frac{1}{720}$ من الدرجة. وحينما يتحرك المنظار في حركته هذه تدور القبة من تلقاء نفسها بحيث تبقى الفتحة الموجودة بها مواجهة دائماً لاتجاه أنبوبة المنظار.

وتستخدم في منظار جبل بالومار طريقة فريدة في نوعها وذلك للحصول عن صورة الجسم المرصود. لقد استعمل نيوتن منظار من النوع العاكس وفيه تنعكس أشعة الضوء بعد سقوطها على المرآة الرئيسية المقعرة، ثم تتجه الأشعة جانبا بواسطة مرآة أخرى ثانوية موضوعة بأعلى أنبوبة المنظار، إلى أن تسقط على العدسة العينية. ويسمى هذا النوع من المناظير "بالعاكس النيوتني ". وهناك طرق أخرى للحصول على الصورة بواسطة المرآة المقعرة. فمثلا يمكن لأشعة الضوء أن تنعكس مرة أخرى بواسطة المرآة الثانوية إلى فتحة دائرية موجودة في مركز المرآة الرئيسية وخلال هذه الفتحة ينفذ الضوء إلى العدسة العينية كالمعتاد، وفي هذه الحالة يكون مقر الشخص الراصد أو اللوح الفوتوغرافي في الجزء السفلي من المنظار كما هو الحال مع المناظير الكاسرة. ويسمى هذا الترتيب بترتيب كاسيجرين نسبة إلى المثال كالسيجرين الذي عاش في قصر لويس الرابع عشر ملك فرنسا.

وهناك طريقة أخرى يستخدم فيها ثلاث مرايا، وفي هذه الحالة يمر الضوء

في طريق طويل داخل المنظار نفسه، وبعد أن يسقط على المرآة الرئيسية الموجودة بقاعدة أنبوبة المنظار، ينعكس إلى مرآة ثانوية بأعلى أنبوبة المنظار ومنها ينعكس مرة أخرى إلى مرآة ثالثة قريبة من أسفل الأنبوبة، إلى العدسة العينية الجانبية وهذا ما يعرف بترتيب "كوديه".

أما منظار هيل على جبل بالومار فأبعاده كبيرة إلى درجة أن الراصد نفسه يمكنه أن يجلس داخل أنبوبة المنظار ذاتها، لهذا نلاحظ أن حجرة الرصد وعرضها ٦ أقدام، توجد في نفس الموضع الذي كان يجب أن تكون فيه المرآة الثانوية. وفي هذه الحجرة، التي ترتفع عن المرآة الكبيرة بمقدار ٥٦ قدما، يجلس الراصد، ويصدر من هناك تعليماته خلال التليفون إلى مساعده، الذي يكون قائماً بعمله أمام لوحة المفاتيح.

وتختلف المناظير العاكسة بعضها عن بعض بحسب نوع العمل المطلوب منها أداؤه. ولقد صُمم منظار جبل بالومار بطريقة تتلاءم مع الأعمال المختلفة والمتعددة التي كان عليه أن يؤديها، فيمكن للراصد الجلوس داخل المنظار إذا ما احتاج الأمر إلى ذلك؛ ويمكنه أيضاً بالضغط على زر أن يحول المنظار إلى منظار عاكس على ترتيب كاسيجرين، ففي وسط المرآة العظيمة التي يبلغ قطرها ٢٠٠ بوصة وسمكها ٢٣.٥ بوصة والتي لما بعد بؤرى يساوي $55\frac{3}{4}$ قدم– توجد فتحة دائرية قطرها ٣.٥ قدم وخلال هذه الفتحة يمر الضوء إلى العدسة العينية الموضوعة خلف المرآة الرئيسية ومنها إلى عين الإنسان أو إلى اللوح الفوتوغرافي أو إلى عدسات ومخروطات أخرى وربما إلى عين كهروضوئية. وعلاوة على ذلك فهناك زر آخر يمكنه أن يحول الجهاز إلى منظار له ترتيب كوديه وفي هذه الحالة تستخدم مرآة ثالثة لتعكس الضوء جانباً وإلى الخارج كما هو واضح في الشكل، ويمر الضوء بعد ذلك في اتجاه مواز لمحور الأرض إلى

حجرة صغيرة في أسفل قاعدة المنظار. وتوضع هذه العدسات والمرايا المختلفة بحيث يبقى شاع الضوء دائماً في وضع ثابت؛ فمنها تحرك المنظار أثناء متابعته لنجم معين تبقى الصورة الناتجة في مكانها بدون أي تغيير. وفي هذه الحجرة الصغيرة يمكننا معرفة أسرار شعاع هذا الضوء، مستخدمين في ذلك أجهزة كبيرة لتحليل الطيف ومحزَّزات الانعطاف وعيون كهروضوئية وأجهزة لقياس درجة الحرارة.

أما إذا أراد الراصد أن يجلس في بؤرة المنظار فعليه استعمال المصعد الكهربائي الذي يصعد به بحذاء القبة، حيث يصل مباشرة إلى حجرة الرصد في المنظار، حتى إذا استقر في مكانه أعطى تعليماته إلى مساعده، الذي يكون في هذا الوقت واقفاً أمام لوحة المفاتيح، وحينئذ يتحرك المنظار الضخم حركة دائرية وبسرعة تجعله يدور بزاوية قدرها ٤٥° في الدقيقة، إلى أن يصل المنظار إلى الاتجاه المطلوب. فالراصد يمكنه التحكم في كل ما يحدث حوله، فيمكنه مثلا بواسطة أجهزة وتوصيلات كهربائية معرفة حركة الأرض أو حركة النجم في أي زمن، وذلك بقراءة مجموعة من الأرقام؛ ويمكنه أن يتصل وهو في مكانه بأي مكان آخر بالمرصد وذلك عن طريق التليفونات. ويكفي أن نعرف أن طول الأسلاك المستعملة في هذه الأغراض جميعاً يعادل نصف المسافة بين لندن وباريس.

لقد بُني هذا البناء العظيم من أجل غرض واحد هو زيادة المعرفة عن الكون وما يحتويه. وكان الوسيلة هي دراسة شعاع ضعيف من الضوء ينفذ خلال مرآة ذات قطر= ٢٠٠ بوصة، وذات مقطع على شكل قطع مكافئ، إلى بؤرة معينة. أما المرآة فتزن ما مقداره ١٥ طن ومغطاة بطبقة من الألومنيوم سمكها $\frac{1}{5000}$ من البوصة وترتكز على ٣٦ حامل كل منها يتكون من ١٠٠٠ قطعة، ويحيط بالمرآة هواء مكيف ذو درجة حرارة معتدلة، ويتحرك من حولها بواسطة مراوح عديدة. لقد كانت هذه المرآة العظيمة ثمرة مجهود شاق يقدر

بحوالي ١٨٠٠٠٠ (رجل. ساعة) دام لمدة أحد عشر عاماً.

### نوعان من النجوم:

"في عام ١٩٤٤، أي قبل نهاية الحرب العالمية بقليل، كان الظلام ما زال يخيم على مدينة لوس أنجلوس، وكانت الأحوال حينئذ أكثر ملاءمة للرصد من أي وقت آخر؛ وبينما كنت على جبل ولسن خطرت لي فكرة محاولة تحليل جميع مناطق سديم المرأة المسلسلة إلى وحدات نجمية. وكان الدافع إلى هذا هو الرغبة في معرفة مدى قدرتي على النجاح في هذا العمل الذي سبق أن فشل فيه الكثيرون رغم المحاولات العديدة التي بذلوها".

"وقد كان من الممكن—حتى هذا الوقت—تحليل بعض المناطق في مجموعات مجرية خارجية كمناطقها المتطرفة مثل الأذرع، أما وسط المجموعات فقد كان تحليلها مستحيلا. وكانت الألواح الفوتوغرافية التي استعملت من قبل هي ألواح أكثر حساسية للون الأزرق، ذلك لأن الشموس الزرقاء العملاقة من النوع "و، ب هي أكثر النجوم لمعانا وعلى هذا فهي أقوى تأثيراً على الألواح الفوتوغرافية العادية من النجوم الأخرى، ومع ذلك فقد فكرت في استخدام لوح فوتوغرافي حساس للون الأحمر، لا لشيء في الواقع إلا لمعرفة ما سوف يحدث في هذه الحالة. وعرّضت هذا اللوح الأحمر لضوء السديم ثم حمّضته. فماذا تظن كانت النتيجة؟".

"لقد وجدت نجوما في وسط سديم المرأة المسلسلة. بل في قلب السديم. وبهذا أصبح من الممكن تمييز وحدات من النجوم في منطقة كثيفة من سديم حلزوني. والعجيب في الأمر أن هذا ممكن فقط باستعمال الألواح الحساسة للون الأحمر وليس للون الأزرق".

وبينما كان الدكتور باد ماض في شرحه لتجربته هذه، إذا بصوت يقاطعه

قائلا: " إن هذا هو الاكتشاف الذي يمكن اعتباره أعظم اكتشاف ظهر في السنوات الأخيرة.. وبهذه المناسبة أود لو عرفتكم بنفسي. إنني بروس رول "فرد الدكتور باد": نعم بروس رول هو مهندسنا الكبير". ثم شرع كل من الدكتور باد وبروس رول بالتناوب في شرح النتائج التي ظهرت والتي لا تزال تظهر نتيجة لهذا الاكتشاف.

فشرحوا أولا كيف استطاع الدكتور باد أن يثبت أن المناطق الوسطى من السديم الحلزوني مليئة بآلاف من النجوم الحمراء، والأهم من هذا أنه وجد أمثال هذه النجوم في المناطق الواقعة بين الأذرع الحلزونية، أما الأذرع نفسها فقد كانت خالية تماما من هذه النجوم الحمراء العملاقة، فغالبيتها العظمى هي نجوم زرقاء.

وبعد أن توصل باد إلى هذه النتائج وجّه أبحاثه إلى السدم المجاورة لسديم المرأة المسلسلة مثل السديم (م٣٢) M32، والسديم نمرة ٢٠٥. في "الكتالوج العام الجديد"، واختبر هذه السدم بواسطة الألواح الفوتوغرافية الحساسة للون الأحمر، وللمرة الثانية نجح فيما أخفق فيه غيره من قبل، فقد استطاع تحليل مناطقها الوسطى إلى وحدات من النجوم. واستطاع كذلك أن يبرهن على أن هذه النجوم الحمراء تكوّن الغالبية العظمى من نجومها.

* * *

لقد اكتشف عالم الفلك هرتزبرنج عام ١٩٠٥، أن الكون يحوي على نوعين من النجوم: "نجوم عمالقة ونجوم أقزام" ثم جاء هـ. رسل وكان يشغل وقتئذ منصب مدير مرصد برنستون إلى النتيجة التي ذكرناها في أن قدر النجم لا يحدد نوع طيفه ولا يمكننا ذلك إلا بعد معرفة نوع هذا النجم، وهي النتيجة التي شبهناها بحالة شراء القميص. كذلك توصل (رسل) إلى إيجاد العلاقة بين قدر النجم وبين مجموعته الطيفية لأنواع النجوم المختلفة، ومثل هذه العلاقة

بمنحنى بياني يسمى "شكل هرتز برنج– رسل وهذا المنحنى البياني محوره الرأسي يرمز إلى أقدار النجوم المطلقة، ومحوره الأفقي يرمز إلى المجموعات الطيفية ابتداءً من حرف وإلى م. وكل نقطة على هذا المنحنى تحدد العلاقة بين طيف نجم من النجوم وبين قدره المطلق.

إن شكل "هرتز برنج–رسل" هذا، له من القيمة والمعنى قلما توجد في منحنى آخر في علم الفلك، فبواسطته أصبح بإمكاننا أن نتبين أن النجوم الأقل لمعاناً تقع في المنطقة النهائية من المجموعات الطيفية، أو بعبارة أخرى أصبحت النقطة التي تمثل هذا النوع من النجوم أبعد من النقطة التي تمثل النجوم من النوع "و". ولا يعتبر هذا الوضع صحيحاً إلا بالنسبة إلى النجوم الأقزام فقط، وهي التي نعتبرها اليوم مجموعات من النجوم الموجودة في التسلسل الرئيسي. أي أن النجم القزم الذي يقع في هذا التسلسل الرئيسي والذي تقع مجموعته الطيفية في ب (صفر) له قدر= ٢.٥. أما إذا كانت مجموعته الطيفية في (م) فيصبح قدره= +١٠ فقط، أي أنها أقل لمعاناً من نجوم النوع ب بمقدار ١٠٠.٠٠٠ مرة. أما فيما يتعلق بالنجوم العمالقة فالأمر ليس كذلك. فهنا تزيد قيمة القدر كلما اتجهنا في المجموعات الطيفية من وإلى م. فنجم عملاق تابع لمجموعة طيفية من النوع ج (صفر) له قدر= +١. والنجم الذي يتبع النوع م له قدر= صفر، ولقد تجمعت من الأبحاث العديدة، قيماً جديدة لأقدار النجوم وأنواعها الطيفية وهكذا، وأمكن تحديد مواقعها على هذا المنحنى البياني، فنجد أن كل نقطة جديدة هي برهان جديد على صحة نظرية رسل، فقد حققت كلها الشكل العام للمنحنى على الرغم من وجود شواذ لهذه القاعدة، هي في الواقع مجموعات تكميلية كالنجوم الأقزام البيضاء والتي لها مجموعات طيفية من النوع أ، ب إذ أن أقدارها المطلقة أقل بكثير مما كان

متوقعاً، وتظهر هذه المجموعة في أسفل الركن الشمالي من الشكل.

كذلك توجد مجموعة أخرى اكتشفت حديثاً، وهي "النجوم فوق العمالقة" وهي نجوم تتبع المجموعة الطيفية الوسطى (ف، ج) فعلى الرغم من أن أقدار هذه النجوم أعلى بكثير من المتوقع إلا أنها صغيرة جداً إذا ما قورنت بالتسلسل الرئيسي للنجوم العمالقة العادية.

لقد حاول باد أن يحدد مواضع النقط التي تمثل هذه النجوم بعد أن حدد أقدارها وأنواعها الطيفية على شكل "هرتز برنج–رسل". وهنا حدثت المفاجأة، فالمنحنى الذي وصل بين هذه النقط بعضها ببعض، لم يأخذ الشكل العام السابق بل وجد أن أقدار هذه النجوم أعلى برقمين مما كان متوقعاً حسب نوع أطيافها. فتبعاً لمنحنى "هرتز برنج–رسل" كان المتوقع أن يكون قدر النجوم الحمراء يساوي صفراً، إذا كانت مجموعتها الطيفية من النوع (م) ولكن الواقع أن أقدار هذه النجوم التابعة للنظم المجرية الإضافية كانت= –٢. والعجيب أن هذه الظاهرة سبقتها ظاهرة أخرى مماثلة. فهناك تجمعات نجمية كروية في أطراف مجرتنا تسمى أحيانا بالمراكز الأمامية للمجرة تحتوي على نجوم عمالقة حمراء اكتشفها هارلو شابلي ثبت أن أقدارها تزيد برقمين عن المتوقع من شكل رسل، أي أن قيمة الاختلاف في هذه النجوم الحمراء الموجودة في التجمعات النجمية هي نفسها في حالة النجوم الموجودة في قلب السدم.

* * *

هذا المنظار الذي كان سببا في الشهرة التي نالها كل باحث واظب على استعمال هذا السلاح العلمي الثمين. واختص كل باحث بموضوع معين من علم الفلك ركز اهتمامه فيه. فكان اختصاص الدكتور باد مثلا هو موضوع العمالقة الحمراء في الشعبين ١، ٢ والتقط صورا فوتوغرافية للمناطق الوسطى

لسدم حلزونية وحدد أرقام النجوم المطلقة. أما إدوين هابل فقد اختص بموضوع السدم المجرية الخارجية لا ليحللها إلى عناصرها، بل ليحدد مقدار بعدها عنا.

كذلك قام علماء آخرون بتصوير مناطق من مجرتنا، محاولين بذلك معرفة التركيبات الكيماوية للنجم، كما قاموا برصد وقياس التغيرات التي تحدث في أجواء الشموس القريبة.. وهكذا يساهم هؤلاء العلماء جميعا في إعطاء صورة عامة عن الفلك. فالدكتور باد لا يقيس لمعان النجوم من أجل معرفة قدر نجم معين. وهاماسون لا يقيس السرعات القطرية من أجل تحقيق من أن نظاما مجريا خارجيا معينا يتحرك بعيدا عنا بمقدار ١٥٠٠٠ ميل في الثانية. إنما يركز هؤلاء جميعا اهتمامهم في الدراسات التفصيلية حتى يستطيعون في يوم من الأيام أن يقولوا "إن شكل الكون هو كذا.. وإن المواد التي يحتويها الكون لها الخواص الآتية.. وإن الكون قد تطور بهذا الشكل".

### الاستماع إلى النجوم:

كانت المناظير البصرية وملحقاتها هي الأجهزة الوحيدة التي يستخدمها الفلكيون في اختبار الضوء المنبعث من الأجسام السماوية، أما اليوم فهناك أجهزة (يتزايد عددها سنة بعد أخرى)، تستطيع التقاط وتكبير الموجات اللاسلكية الآتية من أعماق الفضاء. وتسمى هذه الأجهزة بالمناظير اللاسلكية وهي مناظير لا تُمَكِّن الفلكيون من رؤية الأجسام التي يدرسونها، ولكنها تمكنهم من الاستماع إليها. فإذا ما وُجهت هذه الأسلاك الهوائية وهي عبارة عن شبكات سلكية على شكل طاسة كبيرة، في منتصفها أقطاب مزدوجة– إذا وُجِّهت وجهة السماء، نتج عن ذلك صوتا (طقطقة) أخرجته مكبرات للصوت. وتظهر أشكال متموجة على ستائر أنابيب الأشعة السالبة. وقد لا يفرق الرجل العادي بين هذه الأصوات وبين الأصوات الدخيلة التي يسمعها في جهاز

الاستقبال، ولكن الخبير يستطيع بواسطتها الحصول على معلومات عن أمور تحدث في الكون بالفعل.

وقد اكتشفت الموجات الكونية اللاسلكية بفضل مهندس أمريكي في سنة ١٩١٢، وذلك حينما كان يبحث عن الاضطرابات التي تحدث في الأصوات اللاسلكية التي توجد في مناطق الموجات القصيرة. فقد تبين له أن هذه الاضطرابات تتغير بانتظام تبعا لحركة القبة السماوية الزرقاء من الشرق إلى الغرب، وأن مصدرها هو مركز مجرتنا ومركز آخر في كوكبة القوس والرامي.

وبعد مضي عدة سنوات أي عام ١٩٤٢ اكتشف مهندسو الرادار الانجليز والألمان أن الشمس ترسل هي الأخرى موجات لاسلكية. وما زالت المراصد اللاسلكية الشمسية العديدة المنتشرة في أرجاء الأرض توالي فحص هذه الظاهرة وأمكن تمييز الإرسالات اللاسلكية الصادرة من الشمس في ١٤ منطقة مختلفة من مناطق الموجات اللاسلكية. وقد ثبت أن هناك ارتباط وثيق بين هذه الإرسالات اللاسلكية المنبعثة من الشمس وبين البقع الشمسية؛ وكذلك بينها وبين عملية طرد الغازات الشديدة الحرارة من داخل الشمس نفسها.

وتصلنا موجات لاسلكية طولها سنتيمتر واحد إلى متر واحد من مناطق عديدة في الكون، وتسمى مصادر هذه الإرسالات اللاسلكية بـ "النجوم اللاسلكية" ويمكن تسميتها بـ "السدم اللاسلكية" فقد تبين حديثا أن هذا الاسم الأخير أدل في معناه. إذ ثبت من مناظير لاسلكية جديدة، قطر طاساتها ٢٣٠ قدما، أن الموجات قد لا تصدر من نقط في الكون بل من أسطح مستوية. والغريب في هذا الأمر أن بعضا من هذه السدم اللاسلكية لا تنبعث من أجسام مرئية؛ أي أن النجوم في هذه الحالة ليست هي مصادر هذه الموجات اللاسلكية؛ ولقد ثبت بالفعل أن حوالي ١٥% من المصادر اللاسلكية

المعروفة ليست سوى جسيمات غازية تتحرك بسرعة فائقة في الكون قد تكونت نتيجة لاصطدامات كونية أو كوارث واسعة النطاق. ويوجد مصدر لاسلكي قوي في كوكبة الثور ومن منطقة يراها المنظار سحابة غازية هي (سديم السرطان)، وتبعد عنا بمقدار ٤١٠٠ سنة ضوئية وهي تتمدد بمعدل ٦٥٠ ميل في الثانية.

أما هذه السحابة فهي كل ما تبقى من نجم انفجر في ٤ يوليو عام ١٠٥٤. ورونه الأخبار الصينية إذ قالت: إن نجم في كوكبة الثور توهج في هذا اليوم توهجا شديدا وظل على هذا الحال لمدة عام كامل. أما هذه النجوم التي تنفجر فجأة فتنطلق منها كمية هائلة من الطاقة وتبلغ قوة لمعانها أضعاف قوة لمعانها العادي، فيطلق عليها اسم "نجوم فوق الجديدة". وقد شوهد في عام ١٥٧٢ انفجار لنجم من هذه النجوم، في منطقة معينة من الكون، وهذه المنطقة هي الأخرى مصدر للموجات اللاسلكية.

كذلك تصدر موجات لاسلكية من سديم المرأة المسلسلة وغيرها.. على أن أقوى المصادر اللاسلكية في الكون هو المصدر الموجود في كوكبة ذات الكرسي فعندما وجه منظار المائتي بوصة هذه الوجهة، التي قام بتحديدها الفلكيون اللاسلكيون، وُجد سديمان اثنان تشتبك كل منهما بالأخرى وتتداخل بسرعة ٦٠٠ ميل في مثانية. وهذا يبين لنا أنه ليس من الضروري أن تصطدم النجوم بعضها ببعض حتى تحدث عنها الموجات اللاسلكية إذ يكفي أن يحدث اضطراب في الغازات الموجودة حول النجوم وأغلبها من الأيدروجين، حتى تنتج هذه الموجات اللاسلكية.

ومن المعروف كذلك أن الغازات الموجودة فيما بين نجوم مجرتنا (الطريق اللبني) تشع موجات لاسلكية لها أطوال حوالي ٢١.١ سم. وقد اختبر الفلكيون اللاسلكيون هذه الغازات، والتي تتجمع أحيانا فتكون سحبا غازية لا

يمكن رؤيتها خلال المنظار، واستطاعوا أن يتوصلوا من أبحاثهم هذه أن مجرتنا لها أذرع حلزونية تشابه أذرع المجرات التي نشاهدها بالمناظير العادية.

وعلى الرغم من أن علم الفلك اللاسلكي ما زال علما حديث النشأة، إلا أنه يبشر بازدهار ومستقبل كبير. فبواسطة هذا العلم تمكن العلماء من إيجاد حلول لمسائل استعصى حلها بالطرق الفلكية العادية لمدة طويلة من الزمن. كما ينبغي أن نقول إن انجلترا وأستراليا على الخصوص تبديان اهتماما بالأبحاث التي تجرى في هذا الموضوع. وإن الارتباط الوثيق بين الفروع المختلفة لعلوم الفلك الطبيعية من شأنه أن يجعل أي اكتشاف جديد في أي فرع من فروعه له تأثير على الفروع الأخرى. فاكتشاف باد للشعبين النجميين رقم (١)، (٢)، والذي بواسطته أمكن حساب بعد السدم الحلزونية، كان له تأثير كبير في أرصدة هاماسون وقياسات بوين.

كذلك كان لاكتشاف "باد" هذا، وقعه الكبير عند مجموعة من العلماء أمثال أينشتين وجامو وجوردان، أولئك الرجال الذين ينحصر عملهم في حصر الحقائق التي يتم معرفتها بواسطة المناظير، محاولين بذلك– وكل اعتمادهم على تفكيرهم وعلى الورقة والقلم– الوصول إلى نتائج عن الكون وعن تطوره في الماضي وفي المستقبل.

لقد أوجد "باد" مادة جديدة للبحث والتفكير فقد اعتبر أن الشعوب النجمية التي اكتشفها هي حقيقة ثابتة من حقائق الكون، ومن ثم شرع في استكمال بحثه مع بعض من العلماء، وتوصلوا إلى أن الشعب النجمي (١) يوجد على حافة السديم الحلزوني.. أي عند الأذرع؛ فهي توجد في مجرتنا بالقرب من شمسنا. أما الشعب النجمي (٢) فيوجد في المناطق المركزية من النظم المجرية الخارجية. ونجدها في المناطق التي لا تحوي إلا عددا قليلا من

النجوم كالمناطق التي بين أذرع السدم الحلزونية وكذلك في العناقيد النجمية.

وأينما يوجد هذا الشعب النجمي (٢) يختفي الغبار الكوني، الذي يوجد على شكل سحب بجوار شمسنا. وهذه السحب هي التي تحجب مركز نظام الطريق اللبني عن أعيننا. كذلك توجد هذه السحب في أذرع السدم المجرية الخارجية، ولكنها تختفي إذا ما وجد الشعب النجمي رقم (٢). فهي إذاً لا توجد في المناطق المركزية من السدم الحلزونية ولا في المناطق التي بين أذرعها ولا في العناقية النجمية.

ما معنى هذا كله؟ هل معناه أن هناك علاقة بين مقدار لمعان نجم من النجوم وبين هذه السحب المعتمة؟ وهل الشعب النجمي (١) يختلف في تركيبه الكيماوي عن نجوم الشعب (٢)؟

إذا ما وجهنا هذين السؤالين إلى البروفسور مارتن شوارتز شيلد أجاب بالإيجاب، ولكنه لن يجزم بهذا، فليس لديه حجج كافية لإثبات اعتقاده هذا.. ولكنه دائب العمل لإثبات صحة نظريته. فهو يختبر التركيبات الكيماوية للنجوم حتى يتمكن من التحقق من أن نجوم شعب (١) تحتوي على نسبة عالية من المعادن أكثر مما تحتويه نجوم شعب (٢) فسحب الغبار الكونية تحتوي ضمن ما تحتويه على ذرات معادن. ويعتقد كل من شوارتز شيلد وباد أن السحب الكونية هي التي كونت وما زالت تكون نجوم الشعب (١).

ثم يأتي بعد ذلك أشخاص مثل بارت. ج. بوك، الذي يعمل بمرصد هارفارد، والذي اكتشف منذ سنوات أن هناك بقع سوداء صغيرة محدودة الشكل في مجرتنا، وأطلق عليها اسم (فقاعات) أي الكرات الصغيرة، وهو في ذلك يؤيد نظرية ويبل وسبتزر التي تقول بأن هذه الفقاعات ما هي إلا مرحلة من مراحل تكوين النجوم.

والواقع أن اكتشاف باد لشعبيه، وافتراض شوارتز شيلد في كيفية توزيع العناصر واكتشاف بوك للفقاقيع. كل هذه الأشياء إنما تُكوّن صورة طريفة متجانسة للكون، فهل أصبح الإنسان حقيقة يدرك حقيقة الوجود؟

## اتساع في الكون:

ينحصر عمل علماء الفلك سواء الموجود منهم في مرصد بالومار أم علماء الفلك الطبيعي في الإجابة على سؤالين هامين: السؤال الأول يتعلق بمكونات هذا الكون، والسؤال الثاني يتعلق بتركيبه. فالفلكيون يسعون إلى معرفة المواد الكيماوية التي يتركب منها هذا الكون وأكثر هذه المواد انتشاراً. كذلك يسعون إلى معرفة النسب التي توجد بها هذه العناصر وحالتها.. أهي صلبة أم توجد منتشرة في صورة غاز أو غبار دقيق؟

كذلك يهتم الفلكيون بالوصول إلى معرفة الصورة التي كان يوجد عليها الكون في العصور السابقة، والصورة التي سيوجد عليها في العصور الآتية، وهل هناك حدود لهذا الكون الفسيح أم هل هو ممتد إلى ما لانهاية؟

وشرح لنا ميلتون هامسون هذه الأمور فقال: "إننا في الواقع في حاجة كبيرة إلى أرصاد أخرى عديدة قبل أن نتوصل إلى الإجابة على كل هذه الأسئلة".. قال لنا هذا بينما كان يحاول وضع لوح فوتوغرافي في آلة شميدت للتصوير قطر عدستها ثمان وأربعين بوصة.. أما اللوح فقد كان على قدر كبير من الحساسية، إلى درجة أن النجوم والسدم البعيدة لا تحتاج إلا لدقائق معدودات حتى تطبع صورتها عليه.. ثم واصل هامسون حديثه فقال: "لقد وضع علماء الفلك النظريون أشكالا متعددة للكون، وعلينا أن نختار أحد هذه الأشكال– وهو الشكل الصحيح للكون– أي الشكل الذي سوف يحقق البيانات والحقائق التي توجد لدينا– وعلى الرغم من أن بعض الزملاء لا يؤمنون

بإمكانية ذلك إلا أني شخصياً مقتنع تماماً بالفكرة، كما أعتقد أن منظار هيل العاكس هو الجهاز الذي سيحقق هذا العمل، فبواسطته أمكننا التقاط صور فوتوغرافية لنجوم ذات أقدار لا تتعدى ٢٢.٦، أي نجوم تقل في لمعانها عن النجوم التي لا تراها العين المجردة إلا بصعوبة كبيرة بمقدار $4\frac{1}{2}$ مليون مرة".

"كذلك أمكننا رصد سدم حلزونية تبعد عنا بمقدار ٢٠٠٠ مليون سنة ضوئية. أو بعبارة أخرى استطعنا أن نتعمق في هذا الكون الفسيح حتى استطعنا دراسة منطقة قطرها ٤٠٠٠ مليون سنة ضوئية، وهي منطقة أكبر مما يمكن لمنظار المائة بوصة أن يظهرها بمقدار ثمان مرات. كذلك أمكننا أن نصور وأن نتعرف على الحيود الذي يحدث في خطوط الطيف تجاه الطرف الأحمر، وسأذكر لكم طرفا من قصص تتعلق بما ذكرته لكم الآن".

ثم أخذ ملتون هامسون يشرح لنا كيف أن سليفر ، في عام ١٩١٢، قام بتحديد قدر الانتقالات التي تحدث في خطوط طيف سديم المرأة المسلسلة. وكيف أنه استطاع أن يثبت أن هذه المجرة المجاورة لنا نتحرك في اتجاهنا بسرعة تبلغ ١٩٠ ميلا في الثانية. وواصل هامسون حديثه قائلا "وفي خلال العشرين سنة التالية لاكتشاف سليفر هذا، ثبت أن جميع السدم المجرية الخارجية– بغض النظر عن شواذ قليلة العدد– تتحرك في اتجاه بعيد عنا.. "وفي عام ١٩٢٩ اكتشف إدوين هابل أن هناك علاقة بين بعد السديم وبين سرعته القطرية، وكان هذا الكشف بمثابة تكملة لأبحاث العالمين فوتز الألماني ولندمارك السويدي، كذلك وجد هابل أنه كلما كانت هذه السدم المجرية الخارجية أكثر بعداً بدت لنا وكأنها تسير مبتعدة عنا بسرعة أكبر، ولا شك أنكم لاحظتم إني استخدم عبارة "بدت لنا" والسبب في هذا التحفظ أننا لم نتأكد بعد إن كانت ظاهرة دوبلر (وهي حالة الانتقال في خطوط الطيف) هي نفسها التي تحدث في حالتنا

هذه، والواقع أن هذه الحلقة من الأبحاث لم تنته بعد".

وبعد أن أتم هامسون حديثه، وبعد أن ثبت اللوح الوتوغرافي في جهاز شميدت للتصوير، ذهب إلى لوحة المفاتيح حيث اختار منطقة معينة من السماء ليلتقط لها صوراً فوتوغرافية. ويشبه جهاز شميدت منظار "هيل" العاكس من حيث أن أجزائه يمكن توجيهها أتوماتيكياً إلى الوجهة التي نريدها، وذلك بواسطة محركات سيلسينية، وضع تصميمها سينكلر سميث. كذلك توجد أجهزة إلكترونية ملحقة بلوحة المفاتيح هذه، لحل العمليات الحسابية بسرعة تفوق سرعة العقل الإنساني بمقدار ألف مرة. وتتكون هذه الأجهزة من صمامات يتراوح عددها بين عشرة آلاف وعشرون ألفاً.

وبينما كان هامسون يباشر عمله أمام لوحة المفاتيح تحدث إلينا من جديد قائلا: "لقد استطاع سليفر ، أثناء عمله بمرصد لويل بالأريزونا، تحليل ضوء السدم النائية بواسطة جهاز محلل الطيف، واكتشف أن هذه السدم تبتعد عنا بسرعة لا يمكن للعقل أن يتصورها إذ وجد أن هذه السرعات قد تصل إلى ٦٠٠٠، ١٢٠٠٠، ٢٥٠٠٠ ميل في الثانية". ثم جاء هامسون واستطاع أن يحصل على صور لأطياف السدم الحلزونية واستخدم في ذلك منظار "هوكر" العاكس ذي المائة بوصة، وكان عليه أحياناً أن يعمل فترة من الزمن تتراوح ما بين ٥٠، ١٠٠ ساعة من أجل الحصول على طيف طوله $\frac{1}{3}$ بوصة، لسدم حلزونية من القدر الثامن عشر!!

وفي نفس الوقت الذي كان يقوم فيه هامسون بهذا العمل، ويلتقط صورا لهذه الأطياف، كان هيل يعمل على تحديد أبعاد هذه السدم. وهكذا استطاعا معا عام ١٩٤٥، أن يحددا الأبعاد والسرعات القطرية لما يقرب من ١٥٠ نظاما من النظم المجرية الخارجية. أما الآن، وبفضل منظار جبل بالومار العظيم،

وبفضل قدرته الكبيرة على الغور في أعماق الكون، استطعنا التوصل إلى معرفة الأبعاد والسرعات القطرية لخمسمائة سديم.

لقد كان أبعد سديم استطاع هامسون اختباره بواسطة جهاز المطياف، هو سديم يبعد عنا بمقدار ٤٥٠ مليون سنة ضوئية. ووجد أن سرعته القطرية تساوي ٢٥٠٠٠ ميل في الثانية.

ثم واصل هامسون شرحه فقال: "وفي عام ١٩٥١، وبواسطة منظار المائتي بوصة، اكتشفت سديما يبعد عنا بمقدار ٧٠٠ مليون سنة ضوئية، ووجدت أنه يبتعد عنا بمقدار ٥٠٠٠٠ ميلا في الثانية الواحدة، أي أن هذا السديم يسير في الفضاء بسرعة تعادل ربع سرعة الضوء. لقد اكتشفته كما ذكرت عام ١٩٥١ وربما أصبح السديم الآن في منطقة خارج النطاق الذي يمكن للمنظار أن يصل إليه الآن.

ثم يعود هامسون إلى لوحة الفوتوغرافي ليعرضه للضوء مدته ١٢ دقيقة، يحصل بعدها على صورة واضحة.. صورة تُظهر لنا– كسابقاتها– أشياء أخرى كنا نجهلها.. صورة تحوي على ما يقرب من الألف من أوكار السدم علاوة على مجموعات كبيرة من السدم الحلزونية. والحق أن الفضل في إظهار كل هذا يرجع إلى جهاز شميدت للتصوير.

لقد أدى هذا الجهاز خدمات عظيمة، فبواسطته استطعنا أيضا أن نكشف عن مجرات أقزام تحتوي على عدد من النجوم لا يزيد عددها على بضعة ملايين، هذا وبواسطته استطعنا أن نكشف عن مذنبين وعدد من الكواكب الصغيرة (وهي أجرام كوكبية صغيرة تقع بين مداري المريخ والمشتري). وبواسطته حصلنا على صور فوتوغرافية كاملة لمساحات من السحب الغازية الموجودة في الفضاء. وسوف يصبح هذا الجهاز الوسيلة لمعرفة مقدار صحة ما سبق أن وصل إليه العلماء من معلومات عن الكون. وذلك لما يحتويه من ميزات، ولما يمكن أن

يؤديه من أعمال. فبواسطته يمكننا البحث عن أجزاء مجرتنا ومكوناتها. وعن الاضطرابات التي تحدث في السحب الغازية. وبواسطته يمكن التقاط صور فوتوغرافية للعناقيد السديمية، وعمل إحصاءات تدلنا على الطريقة التي تتوزع بها النجوم ومعرفة حركاتها وشدة لمعانها ونوع ألوانها.

إن الفلكيين اليوم عليهم من الأعباء وأمامهم من الأعمال ما لا يمكن حصره، فبينما يعمل بعض الفلكيون أمام جهاز شميدت للتصوير، موجهين الجهاز إلى منطقة من السماء قطرها ٥٠٠ مليون سنة ضوئية، يعمل البعض الآخر أمام منظار هيل وقد وجهوه هو الآخر إلى مساحة معينة من السماء ليحصلوا على صور فوتوغرافية للسدم الحلزونية التي تبعد عنا بمسافة تقدر بحوالي ٢٠٠٠ مليون سنة ضوئية، وكلهم أمل في أن يضيفوا إلى علمهم عن الكون شيئا جديدا يفيد البشر.

## أينشتين أم إدنجتون:

وقبل أن يستطيع الفلكيون أن يقرروا شيئا عن شكل الكون، عليهم أولا استخدام منظار هيل لمعرفة أطياف السدم البعيدة. وعليهم التحقق عما إذا كان عدد السدم الحلزونية يتناقص كلما توغلوا في أعماق الكون، أم أن عددها يظل ثابتا. وعلى هامسون وأعوانه أن يحددوا مسافات أبعد النظم المجرية الخارجية التي يمكن رؤيتها خلال المنظار، وربما توصلوا في نهاية الأمر إلى التحقق من نظرية أينشتين التي تقول بأن الكون عبارة عن فضاء مقوس له أربعة أبعاد وهي نظرية يصعب على الرجل العادي فهمها، ولكن أساسها هو الاعتقاد بأن الكون فضاء لا حدود له، ومع ذلك فله نهاية. والواقع أنه يصعب إيجاد أمثلة مشابهة لتوضيح هذه الصورة وكل ما يمكن عمله في هذا الصدد أن نتصور وجود جسم ذي بعدين، أي له طول وله عرض، ويتحرك هذا الجسم على

سطح كروي حركة غير محددة على الرغم من أن حجم الكرة ثابت. ويفسر ذلك بأن نقطة الانتهاء لجسم متحرك على سطح كروي هي نفسها نقطة البداية. (بمعنى أن كتلة الأجسام المختلفة التي تتألف منها الكور ثابتة المقدار ومع ذلك فليس هناك حدود لها).

وعلى كل حال فسوف يصل الفلكيون يوما إلى معرفة صحة أو خطأ هذه النظرية، وسوف يكشفون بأبحاثهم أيضا عن حقيقة الحيود في خطوط الطيف تجاه الطرف الأحمر، وعما إذا كانت هذه الانتقالات تتبع ظاهرة دوبلر أن شعاع الضوء من طول المسافة التي يقطعها يصيبه التعب والإجهاد فيغير من طول موجته. وقد يكشف العلماء خلال بحثهم عما إذا كان الكون حقا يشبه قنبلة منفجرة وأن السدم الحلزونية تتجه كلها بسرعة جنونية مبتعدة بعضها عن بعض. وفي هذه الحالة سوف يتقرر مدى صحة نظرية إدينجتون . ولسوف ينير العلماء بأبحاثهم حقائق جديدة ما زالت خافية عنا، تختص بهذه المادة التي توجد فيما بين النجوم، وعن الغاز المنتشر بين الأجرام والمجرات، وعن هذه السحب الغازية التي تبدو أنها تلعب دورا هاما في تكوين هذا الكون وتطوره. ولسوف تحلل سدم أخرى إلى وحدات من النجوم، ويعاد تحديد أبعاد النظم المجاورة خصوصا بعد اكتشاف "باد" للشعبين النجميين (١)، (٢).

والسؤال الذي يسعى الفلكيون للإجابة عليه هو معرفة أحجام السدم البعيدة وأقدارها وتكوينها، إذ أنهم متى عرفوا الطريقة التي تتوزع بها هذه السدم في الفضاء، ومتى حددوا حركتها وسرعاتها استطاعوا معرفة أحجامها. وإذا ما عُرف حجم سديم من السدم أمكن معرفة مقدار بعده عنا وبالتالي معرفة صحة القياسات السابقة التي سبق أن أجريت في هذا الشأن. وسوف يماط اللثام عن طبيعة السدم الحلزونية، وهل هي جزء من الفضاء أم هي إحدى مكونات نظم

أكبر كالذي نشاهده في العناقيد السديمية. وسوف نعرف الكثير عن الاضطرابات التي تحدث في أجواء النجوم والتركيبات الكيماوية والطبيعية للغازات المتوجهة التي تحيط بالنجوم الجديدة حال انفجارها. وسوف يتمكن العلماء من الكشف عن هذه النجوم الحمراء المتغيرة ذات الفترات الطويلة، وعن هذه الاضطرابات العنيفة التي تحدث في السحب الغازية.

### للإنسان أن يتفاءل:

إن الغاية التي يسعى إليها المشتغلون بجبل بالومار هي خدمة الجنس البشري. وهي الغاية التي بسببها أجهد "جورج إليري هيل" نفسه من أجل صنع هذا المنظار العظيم رغم عظم الصعوبات التي واجهته.

إن قصة إقامة مرصد بالومار لشبيهة بالقصص الخيالية، جاهد في سبيلها رجال ذكرنا أسماء بعضهم ولم نتمكن من ذكر أسماء أبطال آخرين رغم مساهمتهم الكبيرة في إقامة هذا المرصد. فلم نذكر شيئاً عن الرجال الذين خاطروا بحياتهم من أجل إنشاء القبة الضخمة لهذا المرصد، والتي أغفلنا ذكرها هي الأخرى رغم أننا تحدثنا كثيرا عن مرآة المنظار الكبيرة. وأغفلنا أيضا ذكر اسم الدكتور طومسون الذي سقط ميتا عندما اتضح له أنه أخفق في صنع كتلة من زجاج الكوارتز قطرها ٢٠٠ بوصة. وهناك أيضا الدكتور ماكولي الذي واجه صعوبات لا حد لها، قبل أن ينجح في صب لوح من الزجاج من نوع البابركس قطره ١٦ قدما وثمان بوصات. وماركس براون الذي أخذ على عاتقه مسئولية صقل اللوح الزجاجي الذي صنعت منه المرآة.

# الصواريخ

لم يعد الحديث عن السفر إلى القمر، أو إلى غيره من الكواكب حديث خرافة أو حديث أطفال، وإنما أصبح بحثاً علمياً ومحاولة قريبة المنال، فقد تطور العلم وتقدم تقدماً ساعد الإنسان على أن يدرك أموراً خطيرة عن الكواكب وطيفها، وعن الصواريخ والسفر بها في الفضاء، مما جعل الأمر في الوصول إلى بعض الكواكب قريباً قربا قد لا يتصوره كثير من الناس.

لقد استطاع الإنسان أن يطلق سراح الطاقة المختزنة بالذرة، فحصل بذلك على نوع جديد من الطاقة المحركة، وفتحت هذه الطاقة الطريق أمام الإنسان إلى إمكانيات جديدة لا حصر لها، والآن يعد الإنسان عدته ليكتشف الكواكب الجديدة، وليكتشف طريقة الوصول إليها بنفس العزم، وبنفس الروح التي ساقته إلى النجاح في اكتشافاته السابقة.

### من الخيال إلى الواقع:

منذ آلاف السنين والإنسان يحاول أن يعرف موضعه بالنسبة لهذا الكون الكبير، وكان ينتقي، خلال هذه الفترة الطويلة، بعض الأجهزة والأدوات التي ساعدته على معرفة هذه الكواكب والأجرام التي تحيط به. إلى أن جاء جاليليو واكتشف المنظار الكاسر، ثم جاء هيرشل فاكتشف المنظار العاكس، وأخيراً جاء هيل فأقام مرصد مونت بالومار، واستطعنا بذلك كله أن نرى وأن نعرف كثيراً من الكون وعجائبه. واستطاع الإنسان أن يضيف إلى علمه، في المائة سنة الأخيرة، أموراً كثيرة وخطيرة، فها نحن الآن نعرف بالتقريب كيف تكونت الأرض

التي نعيش عليها، كما نعلم على وجه التقريب– كل ما على القمر، ونعرف عن مكوناته كل ما هو في حجم المنزل الكبير.. إننا نستطيع الآن حساب كل حركة من حركات أقمار المشترى حسابا متناهياً في الدقة، وأصبح في مقدورنا أن نضبط ساعاتنا تبعاً لمواضع وحركات هذه الأقمار.

نعم.. لقد عرفنا عن هذا الجزء من الكون الذي يحيط بعالمنا الأرضي أغلب الظواهر التي تحدث به، أو التي قد تحدث فيه. إن أحداً منا إذا استطاع أن يقذف حجرا في الهواء وبقوة خارقة بحيث يتغلب على الجاذبية الأرضية وبحيث لا يعود إلى الأرض ثانية، فإن علماء الفلك بمقدورهم أن يحددوا هذا المكان في الكون الذي يحتمل أن يصل إليه، لقد تمكنا من هذا معتمدين على عقولنا وعلى حساباتنا، ولم يبق إلا أن نصل إلى هذه الكواكب بأجسامنا. ولن يكون هذا بعيداً.

لقد قضى ويلكنز سنوات طويلة في دراسة القمر حتى تمكن من إعداد خريطة له قطرها ٣٠٠ بوصة، تحتوي على جميع التفصيلات التي توجد على سطح القمر المواجه لنا.. تفصيلات لأجزاء قد تصل أطوالها إلى ثمانية أقدام.. لقد عرفنا كل الأشياء الجوهرية في هذا الشأن، ولن نتوقع أن نكشف عن حقائق أخرى جديدة إلا إذا رصد العلماء القمر، لا من على الأرض ولكن من على قمر صناعي سوف يصبح بمثابة ميناء لسفن الفضاء وبمثابة مرصد يدور حول الأرض بسرعة منتظمة قدرها ٤.٥ ميل في الثانية، وعلى ارتفاع ١٠٣٥ ميل من سطح الأرض.

وكتب العالم الفلكي جورج جامو في كتابه "بداية ونهاية الشمس" فقال: "في المستقبل البعيد جدا، عندما يعجز الإنسان عن أن يحتمل حرارة الأرض نتيجة لارتفاع في حرارة الشمس وشدة الضوء المتولد منها، في هذا الوقت سوف يصبح الإنسان قد تقدم بالعلم تقدما يمكنه حينئذ إخلاء أهل الأرض إلى

إحدى الكواكب الأخرى البعيدة.. حيث تكون الحرارة محتملة هناك".

ويقول العالم الفلكي الكبير فريد. ل. ويبل ما قاله من قبل خبير الصواريخ الدكتور فرنر فون براون "سوف يتمكن الإنسان في خلال الخمس وعشرين سنة القادمة من الوصول إلى القمر، وعلى الجماعة التي ستقوم بهذه الرحلة أن يعدوا أنفسهم لمواجهة الأخطار المجهولة حين وصولهم".

هؤلاء جميعا يعملون الآن في مشروع السفر في الفضاء، وهم يؤمنون تماما بنجاح هذا المشروع. الذي يعد أعظم مشروع في تاريخ الإنسان كله. وقد لا يؤمن بعض العلماء بإمكانية تحقيق هذا المشروع. وقد تنشر الجرائد أخباره وكأنها أخبار خرافية طريفة، ولكن الشيء الذي لا شك فيه هو أن هناك محاولات علمية وتجارب غاية في الأهمية تجرى في هذا العهد، نعم!.. هناك بعض الصعوبات الفنية وغير الفنية التي لابد من أن تذلل قبل أن يظهر هذا المشروع على الصفحات الأولى من الجرائد اليومية، على أية حال لابد وأن يكون بيننا الآن من نستطيع أن نسميه "كولمبس الجديد" مكتشف الكون، ربما كان كولمبس هذا الذي يوجد بيننا لا يزال طفلا لا يستطيع المشي بعد، إلا أننا على أية حال نستطيع أن نجزم بوجوده بيننا في مكان ما.

* * *

إننا نعرف أن النظرية التي على أساسها صُممت سفينة الفضاء لتنقل الإنسان من الأرض إلى الكواكب، قد درست دراسة وافية، وقد تم بالفعل تصميم بعض أجزاء هذه السفينة، الداخلية منها والخارجية، بل إن المحرك الذي سيقل هذه السفينة موجود بالفعل، ولا ينقصه إلا أن يكون بالقوة الكافية لقطع المسافة.

ولقد استطاعت الطائرات الصاروخية التابعة للسلاح الجوي الأمريكي، أن

تصل إلى ارتفاع بلغ ضغط الهواء عنده ١٠٪ من ضغط الهواء على سطح الأرض.. أما الطيار الذي استقل هذه الطائرة الصاروخية فقد كان مجهزا بأجهزة خاصة للتنفس الصناعي، وكان بداخل غرفة ذات ضغط ثابت حتى يحفظ دمه من الغليان، وطبيعي أيضا أن هذه الطائرات الصاروخية تختلف كثيرا عن الطائرات النفاثة وعن الطائرات العادية التي تحركها مكابس تعمل بالاحتراق الداخلي. فالمسألة في حالة الطائرات الصاروخية لا تعتمد على الوقود فحسب كما في حالة الطائرات العادية بل يجب عند هذه الارتفاعات الشديدة أن يوفر لهذا الوقود، الغاز الكافي لإشعاله. والغريب أنه عند هذا الارتفاع البالغ ٨٥٠٠٠ قدم من سطح الأرض، لا يقل مقدار الجاذبية الأرضية إلا بمقدار ١٪ فقط من مقدارها عند سطح الأرض، ومع هذا فقد شعر الطيارون لبضعة ثوان فقط بظاهرة الأجسام اللاوزنية أي التي انعدمت وزنها. وعند هذا الارتفاع أيضاً، يصبح الإنسان معرضا لكمية كبيرة جدا من الإشعاعات فوق البنفسجية، والإشعاعات الكونية الصادرة من الشمس.

## على حدود الفضاء:

من أهم ما يسعى إليه العلماء، في تجاربهم على الصواريخ، هو زيادة سرعة الغازات المتولدة منها، وهم يسجلون– فرحين مستبشرين– كل زيادة يتوصلون إليها لسرعة الغازات الخارجة هذه، ومن تلك الأعداد التي يسجلونها: (١.٦.. ١.٧.. ١.٨..) يستطيعون حساب سرعة الصاروخ النهائية، وهي السرعة التي يتحرك بها الصاروخ عند ما ينفذ منه الوقود نتيجة لهذه الغازات الخارجة منه، وتحديد مدى الارتفاع الذي يصل إليه.. إننا إذا استطعنا أن نقذف كرة إلى أعلى بحيث تبدأ حركتها بسرعة ثلاثة أميال في الثانية (حوالي ١٢٥٠٠ ميل في الساعة) فإنها سوف تصل إلى ارتفاع يعادل ١٢٥٠ ميلا قبل أن تبدأ من

الهبوط إلى الأرض مرة أخرى.

ويهتم العلماء بقياس سرعة الغاز المتولد من الصاروخ لأنهم يعرفون أن السرعة إذا ما وصلت إلى سبعة أميال في الثانية فسوف تعني أن الصاروخ قد أصبح حرا طليقا، وأنه لن يخضع حينئذ لنفوذ الجاذبية الأرضية. أو بمعنى آخر فإنه لن يعود إلى الأرض مرة أخرى، بل سيسبح في الفضاء متجها إلى القمر أو إلى الكواكب الأخرى. إنهم إذا توصلوا إلى صنع صاروخ سرعة غازاته الخارجة سبعة أميال في الثانية فإن محاولتهم الجديدة ستكون في كيفية زيادة هذه السرعة حتى تصل إلى ١٢.٥ ميلا في الثانية، وهي السرعة التي يستطيعون معها الرجوع إلى الأرض من بعد التحرر منها.

## جو الأرض: نوعه ومداه:

لابد لنا إذن قبل أن ندرس الصواريخ، وكيفية تحركها في الفضاء، من أن نعرف شيئاً عن تلك الطبقة الهوائية التي تحيط بالأرض والتي نسعى إلى الوصول إلى حدودها. والواقع أنه لولا غريزة حب الاستطلاع في الإنسان، ورغبته في أن يتعرف على حدود الأرض التي يسكنها وعلى نوع الحياة التي توجد خارج هذه الحدود، لبقي كالسمكة التي تعيش في أعماق البحار، لا تدري شيئاً عن طبيعة الحياة التي توجد خارج حدود المياه التي تعيش فيها.

كان جوهانز كبلر – صاحب القوانين الثلاثة لحركة الكواكب– أول رجل استطاع أن يصل إلى نوع السفينة التي سوف تقل الإنسان إلى القمر؛ كان يعلم أن هذه الرحلة لن تحدث بواسطة طائرة أو أي مركب آخر يعتمد في حركته على الهواء، إذ أن الطائرات والبالونات والمناطيد وكل هذه السفن الهوائية تعتمد في بقائها بعيدة عن سطح الأرض على الهواء نفسه، والهواء تقل كثافته كلما ارتفعنا عن سطح الأرض، حتى إذا ما وصلنا إلى بعد معين عن سطح

الأرض انتهى وانقطع له كل أثر، وهذا البعد يعتبر صغير جدا بالنسبة إلى المسافة بين الأرض والقمر.

والحقيقة أن كل ما نعرفه عن طبيعة الجو الذي يحيط بنا لا يزيد عن قدر ضئيل، إننا نعرف مثلا أن الهواء ينتهي عند ارتفاع يقدر بثلاثمائة ميل، ونعرف كذلك أن الهواء الجوي ينقسم إلى ثلاث طبقات، التروبوسفير ، والستراتوسفير ، والأيونوسفير.

أما الطبقة الأولى (التروبوسفير) وهي الطبقة الملاصقة للأرض، فنعرف عنها الكثير، فقد اختبرناها بواسطة الطائرات والبالونات، وعرفنا أنها تمتد إلى سبعة أميال من سطح الأرض، وعرفنا كذلك أنها الطبقة التي تحدث بها التغيرات التي ينتج عنها السحب والصواعق والمطر وخلافه.

ثم يلي هذه الطبقة: الطبقة الثانية. وتبدأ عندما يصبح الضغط الجوي حوالي ٧٥% من الضغط الكلي، أي أن الضغط الجوي في هذه الطبقة الثانية أخف كثيرا عنه بالقرب من الأرض، ولهذا نرى أن البوصة المكعبة من الهواء عند سطح الأرض تحوي من الجزئيات والذرات أكثر مما تحتويه بوصة مكعبة أخرى في طبقات الجو العليا. وعلى هذا فكثافة الهواء في تلك الطبقة أخف بكثير منها في الأولى. كذلك تمتد هذه الطبقة الثانية (الستراتوسفير) إلى ما يقرب من ستين ميلا، أما الطبقة التي تليها، حيث تصبح كثافة الهواء هناك صغيرة جدا، فلا نعرف بالضبط مداها، وقد أجزمت الأبحاث العلمية أن هذه الطبقة الثالثة (الأيونوسفير) قد تمتد إلى ارتفاع ٦٠٠ ميل، وقال أحد العلماء أن هذه الطبقات الغازية ممتدة إلى ما يقرب من ٦٠٠٠٠ ميل.

على أية حال فبالنسبة إلى مقدرة الإنسان على احتمال طبيعة الجو عند الارتفاعات المختلفة- نستطيع أن نقول أن خمسة أميال هي أقصى ارتفاع

يستطيع أن يتحمله الإنسان، فهو إذا عرض فجأة لجو من النوع الموجود عند هذا الارتفاع فإنه يشعر بعد فترة وجيزة من الزمن بأن فكره يسرح، وعقله يغيب، ثم قد يعقب هذا إغماء كلي. وإذا عرض لضغط أخف من هذا فسوف ينتابه الإغماء بعد زمن أقل، فعلى ارتفاع ٥.٥ ميل تصيبه هذه الحالة بعد ثمانين ثانية، وعلى بعد ٦.٥ ميل تصيبه هذه الحالة بعد خمسين ثانية، وعلى بعد عشرة أميال بعد ثلاثة عشر ثانية، وعلى ارتفاعات أكبر من هذا لا يقل الزمن كثيرا عن ذلك القدر، ولكن يتعرض الإنسان حينئذ لأمراض جديدة مميتة أهمها ظاهرة الغليان في دمه، وعند ارتفاع ١٢.٥ ميل لا يمكن لأي جهاز ميكانيكي مهما كان نوعه، أن يمد الإنسان أو محرك الطائرة بالهواء اللازم، كذلك يقل الاحتكاك بين الطائرة وبين الهواء المحيط بها حتى ينعدم كلية.

وعند ارتفاع ٣٥ ميل يفقد الهواء كل قابليته لنقل الحرارة، حتى أنه في بعض مناطق الأيونوسفير ما بين ١٥٠، ٢٢٠ ميل تصل درجات الحرارة إلى ١٠٠٠٠ درجة مئوية. والغريب أن الصاروخ أو أي جسم آخر مع هذه الدرجات العالية لن ينصهر، والأشخاص بداخله لن يحترقوا، فليس هناك ثمة علاقة بين درجات الحرارة هذه وبين مقدار السخونة، إنما هي ظاهرة تبين مدى سرعة الذرات والجزيئات والإلكترونيات التي توجد في هذه المناطق.. إن الزيادة في درجة حرارة الجسم إنما تعني ارتفاعا في سرعة دقائق هذا الجسم وعندما يقول أحدنا أنه يشعر بالحرارة، أو أن الجو حار فلا يعين في الواقع إلا أنه أصبح معرضا لقذائف دقيقة سريعة من حوله، وهي جزيئات الهواء التي تحيط به لذلك فإن العالم الطبيعي ورجل الشارع لا يعنيان شيئا واحدا إذا ما تكلما عن درجة الحرارة، فهي تعني بالنسبة إلى الأول سرعة الجزيئات، وبالنسبة إلى الثاني تلك الظاهرة الفسيولوجية: الشعور بالبرودة والسخونة.

أما هذه الطبقة، التي نطلق عليها "الهواء الجوي" فسمكها يعد بالنسبة لقطر الكرة الأرضية بمثابة سمك قشرة البرتقالة بالنسبة لها. ولا يمكننا أن نرتفع عن سطح الأرض إلا بمقدار ١٢ ميلا تقريبا أما المسافة التي تفصل بيننا وبين القمر فهي ٢٣٨٠٠٠ ميل. لهذا وجب علينا أن نفكر في طريقة أخرى غير طريقة استخدام الطائرات أو البالونات.. مركب من نوع آخر لا يعتمد في تحركه بأي شكل من الأشكال على ما يحيط به من هواء، لأن الفضاء لا يحوي شيئا على الإطلاق ما عدا إشعاعات ودقائق ذرية وبعض النيازك. كذلك يجب أن يكون في مقدور هذا المركب أن يتغلب على الجاذبية الأرضية وجاذبية الأجسام الأخرى فقد ثبت أن الجاذبية خاصة تتمتع بها جميع الأجسام، وبالتالي فلن يجدي مطلقا أن نبحث عن جسم يستطيع أن يتجنب تأثير الجاذبية الأرضية فمثل هذا كمثل من يبحث عن أكسير الحياة.

**نظرية رد الفعل:**

لا يوجد إذن إلا طريقة واحدة لكي تترك هذه الأرض ونصل إلى القمر أو الكواكب الأخرى، ألا وهي طريقة استخدام نظرية رد الفعل. إنها نفس النظرية التي يتسبب عنها تحرك المدفع إلى الوراء حينما تنطلق قذيفته، وهي النظرية التي على أساسها تدور رشاشة الحدائق حول نفسها.. وهي النظرية التي يسببها يسقط الشخص الذي يحاول أن يقفز من المركب إلى الشاطئ في الماء.. وهي أيضا نفس النظرية التي على أساسها سوف تنطلق الصواريخ بعيدة عن الأرض.

وتتلخص هذه النظرية في أن لكل فعل ردّ فعل مساو له في المقدار، ومضاد له في الاتجاه. في الماضي كانت تعني صواريخا لتدمير المدن والمدنية، وفي الحاضر تعني الطائرات التي تنطلق بسرعة أكبر من سرعة الصوت، وتعني الصواريخ التي تُصور الأرض وتختبر الطبقات العليا من الجو.. أما في المستقبل

فتعني سفن الفضاء، ومحطات الفضاء، ورحلات القمر.. إنها مفتاح أبواب الفضاء.

## الاستعداد للحادثة العظمى:

في غرب الولايات المتحدة، حيث توجد العين الكبرى على مونت بالومار، مصوبة إلى الفضاء تنظر إلى المستقبل، تجرى استعدادات ضخمة لهجوم كبير، غير موجه ضد دولة أو قارة أخرى، فرجال هذه الصواريخ لا يهتمون كثيرا بما يحدث في دول الأرض وقاراتها، إنما يهتمون بما هو خارج عن الأرض، وهم إذ يقومون ببناء سفن الفضاء هذه يدركون جيدا الاحتمالات التي قد تستخدم فيها، ومع ذلك فهم مندفعون وراء البحث العلمي، وليس أمامهم إلا هدف واحد.. السفر في الفضاء.

إن مهندس الصواريخ في "وايت ساندنر" وفي غيرها، لا يعملون في الظلام حينما يبحثون في المشاكل التي تواجههم، والتي بحلها يتحقق السفر في الفضاء، إنهم يعرفون أن نصف ما يتعلق بهذا الموضوع ما زال ينتظر الحل، سواء في الرياضة أو الطبيعة الذرية أو الطب أو علم النفس، ولكنهم يعلمون أيضا أنه منذ عشرين عاما كانت "عقاقير وأدوية السفر في الفضاء" لا تتعدى القصص الخرافية فإذا بها الآن مجال أبحاث الفلكيين والأطباء والطبيعيين. وفي تكساس بالولايات المتحدة توجد مدرسة تابعة لسلاح الطيران الجوي، مختصة "بالطب الهوائي"، وملحق بهذه المدرسة– منذ عام ١٩٤٨– جناح خاص يختص بأدوية السفر في الفضاء، وفي هذه المدرسة يتقابل العلماء المختصون بالصواريخ مع المهندسين والطيارين والفلكيين والأطباء وعلماء الأحياء والجيولوجيين ومصممي الطائرات والطيارين الذين لهم دراية بالطيران بسرعة تفوق سرعة الصوت، ومع كل من له خبرة بحالة الجو على ارتفاع ١٢ ميل، يتقابل هؤلاء جميعا من حين لآخر ليستمعوا إلى المحاضرات، وليتناقشوا في الأبحاث والتطورات الجديدة.. في

الطائرات الصاروخية، وفي الطائرات الموجهة بالرادار، وفي الرادار نفسه وفي المظلات الخاصة التي تلائم طبيعة الهواء الخفيف..

**الصاروخ:**

ليس الصاروخ اختراعاً حديثاً، فقد دلت أساطير الصينيين القدماء أنهم كانوا يستعملونه منذ ما يقرب من خمسة آلاف سنة. ولكن عهدنا بالصواريخ الحديثة يبدأ عام ١٨٠٧ عندما استخدمه الإنجليز في حملتهم على كوبنهاجن، ومنذ ذلك الوقت والصواريخ تستعمل في الحرب كمفرقعات لتدمير بلاد الأعداء. وقد استُخدم الصاروخ أيضاً في أغراض أخرى سلمية، كإرسال إشارات، أو لحمل أحبال لإنقاذ الراكبين في سفينة غارقة، وفي هذه الحالة يحمل الصاروخ حبلا من السفينة إلى البر يستعمله راكب السفينة في الوصول إلى الشاطئ بسلام.

وبعد أن تطورت الأسلحة الحربية وتقدمت أساليبها، بطل استخدام الصواريخ في الحروب. وبدأت الشركات التي كانت تنتجها في بريطانيا وفرنسا وبروسيا والنمسا تكف عن إنتاجها. فلما قامت الحرب العالمية الأولى بدأت محاولات أخرى جديدة لإعادة استخدام الصواريخ، ولكنها كانت محاولات فاشلة، وظلت الصواريخ تحتل المكان الأخير كسلاح مدمر فعال. فلما جاءت الحرب العالمية الثانية استعملت الصواريخ على نطاق واسع. ولكنها كانت هذه المرة تعمل بواسطة وقود سائل لا بمسحوق مفرقع كما كان مستخدما من قبل.

أما هذه الصواريخ القديمة فهي غاية في البساطة. إنها ليست أكثر من أسطوانة معدنية أو من الورق المقوي تحتوي على مسحوق مفرقع أسود ويوجد في نهاية الأسطوانة مخروط معدني تخرج منه الغازات الناتجة من الاشتعال كما يوجد في مقدمتها ثقل مُصْمَت وقد يكون مليئاً هو الآخر بالمادة المفرقعة، وقد

يُثبت فيه جهاز من أجهزة التسجيل. كذلك يوجد بالأسطوانة قضيب للتوجيه من شأنه أن يجعل الصاروخ منطلقا في اتجاه ثابت لا يحيد عنه، وعندما يشتعل الوقود عن طريق فتيلة الصاروخ- تنطلق الغازات المتولدة من الاحتراق من الفتحة الخلفية، فينطلق الصاروخ إلى الأمام تبعا لنظرية رد الفعل.

وقد يظن الكثيرون أن الغاز الخارج من هذه الفتحة الخلفية للصاروخ يدفع الهواء الموجود بالخارج. ومن هنا يندفع الصاروخ إلى الأمام. والواقع أن الهواء المحيط بالصاروخ ليس له أي دخل في انطلاقه، وإلا لما استطاع أن يتحرك خارج الطبقة الهوائية التي تحيط بالأرض، وقد أثبتت النظريات العلمية أن الصاروخ ينطلق في الفضاء كما ينطلق في الهواء، وأيدت التجارب العملية هذه النظريات، فما أن أشعل البروفسور "أوبرت" الوقود في صاروخه الذي كان موضوعا في فراغ تام، وما أن خرجت الغازات حتى انطلق ذلك الصاروخ كما لو كان موضوعا في الهواء، وهذا هو ما رأيناه فعلا في الصواريخ التي تنطلق إلى ارتفاعات ٦٠، ١٢٠، ١٨٠ ميلا فلا تنقص سرعته، مع العلم بأن الهواء يخف كثيرا مع الارتفاع، حتى أن ضغطه على بعد ٨٠ ميل يصبح جزءاً من عشرة ملايين جزء بالنسبة إلى ضغطه عند سطح البحر.

والواقع أن المسافات التي يقطعها الصاروخ تتوقف كثيراً على كمية الوقود الذي يحمله، والمعروف أن الوقود السائل كالكحول والبترول والبنزين ينتج عنه طاقة أكبر من الوقود المتجمد إذا ما تساوى الاثنان في الحجم وكان أول من استخدم الوقود السائل في الصواريخ هو العالم الأمريكي البروفسور روبرت. هـ. جودارد عام ١٩٢٠ حين كان يجرى عليه تجاربه في معمله. وفي مارس سنة ١٩٢٦ انطلق أول صاروخ من هذا النوع إلى السماء متجهاً إلى الفضاء، وفيه استعمل البنزين كوقود، والأكسوجين السائل كمعامل للاشتعال. حدث ذلك

في ماسشوستس بأمريكا، وكان حدثاً تاريخياً إذ قطع الصاروخ مسافة ١٩٨ قدما، في حين أن فترة اشتعال الوقود لم تزد عن ثانيتين ونصف، ولم يدر أحد حينئذ أن هذا الصاروخ سوف يمهد الطريق أما الصاروخ الألماني ف٢ وأمام الصاروخ الأمريكي "واس" **WAC**، وأمام الصاروخ المنتظر: صاروخ الفضاء.

### زيادة إلى منطقة صواريخ الفضاء:

تقع منطقة "وايت ساندز" في شمال أمريكا، وهي قطعة من الأرض يبلغ طولها ١٢٥ ميلا، وعرضها ٤٠ ميلا، تحيط بها جبال ساكرامنتو شرقاً، وجبال سان أندري وجبال أورجان غرباً، وهي بقعة جرداء لا تصلح للسكن ولا للزراعة، ومن أجل هذا اختيرت لتكون منطقة التجارب للصواريخ. وهناك.. تضاء أنوار حمراء، فوق مبنى من الخرسانة، يبلغ سمك سقفه ٣٦ قدما، وسمك جدرانه ١١.٥ قدما، فيشير إلى أن صاروخاً قد أصبح معداً للانطلاق، وحينئذ يسرع الأفراد للاحتماء داخل مخبئ من المخابئ العديدة المتناثرة. إنهم يعرفون أن الصواريخ مازالت في بدء نشأتها، ويدركون مدى الأخطار التي قد تنشب عنها أثناء تجربتها؛ فقد تنفجر تلك الأطنان من الكحول والأكسوجين أثناء تفريغها في ذلك الصاروخ الذي يبلغ طوله أربعون قدماً، وقد يتفتت الصاروخ وما فيه من أجهزة إلى مئات من الأجزاء؛ على أية حال فلن يكون هذا هو الانفجار الأول ولن يكون الأخير.

وقبل موعد الانطلاق بثلاث ساعات، تصل إلى مكان الصاروخ سيارة كبيرة محملة بالوقود السائل– هو عبارة عن الكحول في ٢٥% ماء– ثم تفرغ هذه الحمولة في الصاروخ بواسطة ماصة ميكانيكية، وفي هذه الأثناء تصل حمولة أخرى على سيارة كبيرة هي عبارة عن خمسة أطنان أخرى من الأكسوجين السائل، ولا تفرغ هذه الحمولة الأخيرة في الصاروخ إلا في اللحظات الأخيرة

قبل الانطلاق، وذلك حفظا على الأوكسوجين من التحول إلى غاز، لأن درجة غليان الأوكسوجين السائل هي -٣٢٩°ف، ولنفس السبب أيضاً يجب عزل جدران الصاروخ جيداً حتى لا يتبخر الأوكسجين.

وفي أثناء عملية تفريغ حمولة الوقود السائل، يكون رجال المطافئ على حذر شديد، فقد ينتج عن هذه العملية أخطار جسيمة، ثم بعد الانتهاء من عملية تفريغ الكحول تبدأ عملية تفريغ الأوكسجين السائل، ثم برمنجنات الكالسيوم وبيروكسيد الأيدروجين، كل خلال خراطيم خاصة.

ولسوف يدهش القارئ حقاً عندما يعرف أن كل هذه المجهودات وكل هذه الأموال التي تبذل في هذا الشأن، ليست في الواقع إلا من أجل انطلاق الصاروخ لمدة ثوان معدودة. ففي الأثناء التي ينطلق فيها هذا الصاروخ، تتناقص كمية الوقود تناقصاً جنونياً وكأن وحشاً جباراً يلتهم الوقود بشهية زائدة، فلا تمر ٦٣ ثانية حتى نجد الصاروخ قد التهم عشرة أطنان من هذا الوقود، أو بعبارة أخرى يلزمه ٣٦٤ رطلا من الكحول والأوكسوجين في كل ثانية. وتمر هذه الكميات الضخمة من الكحول والأوكسوجين في أنابيب خاصة إلى غرفة الاشتعال، حيث تصل درجة الحرارة هناك إلى ٤٠٦٠٠°ف-كذلك تستخدم مضختان كبيرتان لإمرار هذه السوائل في الأنابيب بسرعة فائقة، وتعمل هاتان المضختان بالبخار الذي ينتج من تفاعل برمنجنات الكالسيوم مع بيروكسيد الإيدروجين. (يحمل الصاروخ ما مقداره ٤٠٠ رطلا من هذه المركبات الكيماوية).

* * *

وعند إتمام عملية تفريغ الأوكسوجين السائل في جسم الصاروخ، ينبغي أن ينطلق الصاروخ بعدها مباشرة، فكل دقيقة يتأخر فيها معناه ضياع ٤.٥ رطل من الأوكسوجين السائل عن طريق التبخر، أو بعبارة أخرى يضيع كل ساعة ما

مقداره ٢٦٤ رطلا، هذا علاوة على أن درجة الحرارة المنخفضة للأكسوجين السائل قد يكون له أثر سيء على أجزاء الصاروخ نفسه ولهذا لسبب أيضاً يجب تسخين هذه الأجزاء قبل انطلاق الصاروخ بواسطة هواء ساخن.

* * *

يقول أحد العلماء: "على الرغم من أن هذه التجارب يلزمها كثير من الأموال والمجهودات.. إلا أنها بلا شك تجارب مفيدة ومثمرة.. ولو عرفت مقدار هذه المعلومات الكثيرة الهامة التي استطعنا أن نحصل عليها من هذه الصواريخ التي انطلقت، وتبلغ في مجموعها حوالي ٢٤ صاروخا كلها من نوع الـ ف٢، لوافقت معي في أنها بلا شك تجارب مفيدة مثمرة".

لقد كان هذا الرجل مصيباً بلا شك فهو يعرف عن هذه الأموال والمجهودات التي تقوم بها عدد من الشركات الخاصة، تعمل بتفويض خاص من القوات البرية والبحرية والجوية. ربما كان أبرزها هي شركة جنرال الكتريك. وتساهم كل شركة من هذه الشركات بنصيب معين لصنع هذه الصواريخ، وصواريخ أخرى جديدة ذات أشكال جديدة. كذلك تتقاسم الشركات بقايا الصواريخ وحطامها بعد إجراء التجارب عليها. أما الأجهزة التي ترسل مع هذه الصواريخ، فهي أجهزة صممتها مراكز للأبحاث المختلفة واختارتها الجهات الحربية المسئولة، وهي أيضاً تحدد وجهة انطلاق الصاروخ حتى يمكنها الحصول على أكبر فائدة من التجربة.. فنجدها مثلا ترسل مع الصاروخ عدادات جيجر لتحديد اتجاهات وشدة الأشعة الكونية، وترسل بذورا للأشجار، وحشرات مثل ذباب الفاكهة، لمعرفة ما سوف يطرأ عليها عند ارتفاع ٨٥ ميلا. وترسل فئرانا موضوعة بأوعية زجاجية مقفلة لتصويرها أثناء الرحلة، أي في الوقت الذي تصبح فيه عديمة الوزن، وتظهر وهي تتحرك معلقة في الهواء بداخل الأوعية..

وترسل قردة بعد تخديرها لكيلا تتلف أجهزة الصاروخ الثمينة أثناء تحليقها.. وهكذا..

ثم يحصلون على هذه البيانات، كلها أو بعضها، بواسطة أجهزة إلكترونية عديدة. ترسلها إليهم أثناء رحلة الصاروخ على شكل إشارات لاسلكية فتخبرهم عما يحدث وعما ترى. إن الصاروخ يحوي على مئات من هذه الأجهزة.. فمئات من الملفات الدقيقة، وعشرات من صمامات لاسلكية لا تكبر في حجمها عن أصبح الإبهام، ومكثفات غاية في الصغر تكاد لا ترى إلا تحت الميكروسكوب.. ومع ذلك فهذه الأدوات ليست بعد صغيرة في أحجامها صغراً كافياً. لأن أوزانها يجب أن تبقى ضئيلة جداً ، لهذا يحاول العلماء دائماً التقليل في أحجامها بمختلف الطرق والوسائل.

لقد كان هذا الرجل مصيباً- بلا شك- فهو يعرف عن هذه المعلومات الهامة التي استطعنا أن نحصل عليها من هذه الصواريخ، فهو يعرف مثلا أن العلماء- إلى عهد قريب- كانوا يعتقدون أن نسب غازات الهواء الأرضي تتغير مع الارتفاع أو بعبارة أخرى كانوا يعتقدون أن نسبة الغازات الخفيفة، وأهمها الأيدروجين والهليوم، تصبح أعلى في الطبقات العليا عنها في الطبقات القريبة من سطح الأرض- على أنه وباختبار عينة من الهواء، أمكنهم الحصول عليها من ارتفاع يبلغ ٤٥ ميلا من سطح الأرض (حصلوا عليها من صاروخ انطلق من نيومكسكو) ثبت أن هذا الاعتقاد خاطئ، وأن الهواء حتى عند هذا الارتفاع يتركب من أزوت وأكسوجين بنسبة ٧٨.٠٨%، ٢٠.٩٥% على الترتيب، أما باقي الغازات فتوجد بنسبة ٠.٩٧% فقط.

وهو يعرف أيضاً أن بإمكاننا التنبؤ من الصور الفوتوغرافية، التي يمكن الحصول عليها من صواريخ نيومكسكو، بحالة الجو في المناطق المختلفة، وذلك

من شكل السحب العديدة التي تظهر في هذه الصور وكيفية انتشارها.. كذلك يمكن اختبار مدى صحة النظريات المتيورولوجيكية التي تبحث عن هذه الحالات الجوية..وهو يعرف أيضاً أن الفلكيين قد عملوا كثيراً ليحصلوا على هذا الجزء من طيف الشمس الذي يختص بالأشعة فوق البنفسجية ولكنهم فشلوا.. والآن شكراً لصواريخ ف٢س $V_{2S}$ والفيكنج وغيرها، التي حملت معها أجهزة لتحليل الطيف ومن استطاعوا تصوير هذا الجزء من الطيف.وهو أيضاً يعرف أن هذه المنطقة من جو الأرض، والتي تبدأ من ارتفاع ٩ ميل والتي يطلق عليها اسم ستراتوسفير؛ لا تتركب من طبقات هوائية كما كان معتقد من قبل، وكما يُفهم من اسمها، ولكنها منطقة توجد على حالة كبيرة من الجيشان.

**حقائق عن الجاذبية:**

أن الجاذبية الأرضية تقل كلما ارتفعنا عن سطح الأرض وأن شدة الجاذبية هذه يمكن تحديدها بدقة عند الارتفاعات المختلفة من قيمة العجلة التي يتحرك بها جسم من الأجسام عند هذا الارتفاع. و"العجلة" هي مقدار الزيادة في سرعة الجسم أثناء سقوطه تحت تأثير الجاذبية في وحدة زمنية معينة. فنجد أن قيمة هذه العجلة عند سطح الأرض تساوي ٣٢ قدما في الثانية، أي أن سرعة الجسم تزيد بمقدار ٣٢ قدما في الثانية بعد ثانية واحدة، ونجد أن شدة الجاذبية على بعد ١٤ ميلا من سطح الأرض بمقدار ١٠% من شدة الجاذبية عند سطح الأرض. وعلى ارتفاع ٢٢٦٠ ميلا تصبح شدة الجاذبية نصف شدتها عند سطح الأرض، وهكذا..

والجاذبية لا تنعدم في المناطق العليا مهما بلغ ارتفاعنا فالهواء ليس له دخل في قيمة الجاذبية، إنما تتوقف فقط على بعد المكان من سطح الأرض وتتناسب عكسياً مع طول هذه المسافة. وتقل شدة الجاذبية عند ارتفاع ٢٩٦٣ ميلا من

سطح الأرض (أي ما يعادل طول نصف قطر الكرة الأرضية) فتصل إلى ربع شدتها عند سطح البحر. وهذا يعني أن وزن الجسم هناك يعادل ربع وزنه عند سطح الأرض. وعند ارتفاع ضعف هذه المسافة تصبح شدتها تُسع القيمة عند سطح الأرض. وعند مسافة تعادل ضعف طول قطر الكرة الأرضية (وهو ما يعادل ١٢٠٠٠ ميل من سطح الأرض) تصبح $\frac{1}{16}$ من قيمتها عند سطح الأرض. وهذا يعني أن الجسم الذي يزن رطلا واحداً عند سطح الأرض يصبح وزنه هناك أوقية واحدة فقط، والشخص الذي يزن ٨٠ كيلو جراماً يصبح وزنه هناك خمسة كيلو جرامات فقط، أي ما يعادل ضعف وزن الطفل حين ولادته.

وتبعاً لما تقدم نجد أن الجاذبية الأرضية لا تنعدم نهائياً مهما بلغ بنا الارتفاع إنما تضعف شدتها عند الارتفاعات الكبيرة بحيث يمكننا إهمالها، وعلى هذا يمكننا أن نقول أن مجال الجاذبية الأرضية (أي المنطقة التي تكون فيها شدة الجاذبية فعالة) تنتهي عند مسافة معينة، ثم بعدئذ يحل محلها مجالات أخرى للجاذبية لأجرام سماوية أخرى. فالأرض ليست هي الوحيدة التي تمتلك مجالا للجاذبية إن الجاذبية ظاهرة توجد أينما وجد جسم من الأجسام وتتوقف شدتها على كتلته، أي على كمية المادة التي يحتويها هذا الجسم. ولما كانت كتلة القمر= $\frac{1}{81}$ من كتلة الأرض فعلى هذا تصبح شدة جاذبية القمر عند ارتفاع يعادل طول نصف الكرة الأرضية من مركز القمر تساوي $\frac{1}{81}$ فقط من شدة الجاذبية عند سطح الأرض– أما عند سطح القمر نفسه فتصبح $\frac{1}{6}$ شدة الجاذبية عند سطح الأرض، وذلك لأن نصف قطر القمر أقل بكثير من طول نصف قطر الأرض.كذلك نجد أن شدة جاذبية الشمس أكبر بكثير من شدة جاذبية الأرض، وذلك لضخامة كتلتها؛ وبالحساب نجد أن وزن الجسم عند الشمس

يساوي ٢٨ مرة قدر وزنه عند الأرض. وعلى هذا نجد أن الشخص منا يشعر بتثاقل من شدة ثقل جسمه عند سطح الشمس نتيجة لشدة الجاذبية هناك بينما يشعر عند القمر وكأنه يسير في الهواء!!.

**هندسة الصواريخ:**

يواجه المختصون الذين يعملون على إنتاج مثل هذه الصواريخ صعوبة كبيرة.. ألا وهي ضيق المكان في داخل الصاروخ. وهي صعوبة قد يواجهها أيضاً هؤلاء الذين ينتجون الطائرات التي تقطع مسافات طويلة. على أن بعضهم اقترح وسيلة غريبة للتغلب على هذه الصعوبة، أمكنهم بواسطتها إعادة ملء خزان الطائرة بالوقود اللازمة وهي معلقة في الهواء، وذلك بأن تحلق طائرة أخرى تحتوي على خزان كبير للوقود بجانب هذه الطائرة، ثم ينتقل الوقود بواسطة ماصة خلال خرطوم خاص إلى أن يمتلئ خزان الطائرة مرة أخرى.

ويزمع مصممو سفن المستقبل التي ستحلق في الفضاء أن يستخدموا نفس هذه الطريقة بعد إدخال بعض التعديلات الطفيفة عليها. فمن الواضح أن الصاروخ كلما حمل كمية أكبر من الوقود استطاع أن يقطع مسافة أطول؛ مثله في ذلك مثل الطائرات والسيارات والقاطرات ولا يختلف الأمر في هذه الحالة إلا من ناحية عدم وجود محطات بنزين ومحطات للفحم في الفضاء!!!

ومن المحتمل أن نزيد من حجم خزان الصاروخ ليحمل كمية أكبر من الوقود، ولكن ذلك من شأنه أن يزيد من وزن الصاروخ وملحقاته وبالتالي يصبح في حاجة إلى طاقة أكبر لينطلق في الفضاء. ومعنى هذا أن الزيادة في سعة خزان الوقود تصبح طريقة غير مؤدية للغرض المقصود منها.

إن وزن الصاروخ وهو فارغ ونعني وزن جميع أجزائه بما في ذلك وزن الهيكل

والمحركات وخزانات الوقود والثقل الأمامي وكل ملحقاته الأخرى ماعدا وزن الوقود نفسه- إذا ما نسب إلى وزن الصاروخ وهو ممتلئ بالوقود فإنه يعطي نسبة معينة هي في الواقع أهم رقم في هندسة الصواريخ. كذلك تستعمل عبارة "نسبة الكتلة" فترمز إلى حاصل قسمة الوزن الكلي للصاروخ على وزنه فارغا. فإذا ما كان الوزن الكلي لصاروخ معين هو ١٢٩٦٣ كيلو جرام مثلا، ووزن الوقود وحده= ٨٩٣١ كيلو جرام، أي أن وزن الصاروخ الفارغ= ٤٠٣٢ كيلو جرام، فبقسمة الوزن الكلي (١٢٩٦٣) على الوزن الصافي (٤٠٣٢)، نحصل على نسبة الكتلة وهي ٣.٢٢. أو بمعنى آخر يصبح وزن الصاروخ وهو مملوء بالوقود وعلى أهبة الانطلاق تساوي $3\frac{1}{4}$ مرة قدر وزنه وهو فارغ (هذه الأرقام تنطبق تماما على الصاروخ الألماني الذي يعرف بـ س٧.

وهناك علاقة معينة تربط بين نسبة الكتلة هذه وبين السرعة النهائية للصاروخ (أي سرعته بعد نفاذ الوقود) فقد وُجِد أن السرعة النهائية للصاروخ تعادل سرعة الغاز العادم عندما تكون نسبة الكتلة= ٢.٧٢، أما إذا كانت نسبة الكتلة أكبر (أي في حالة احتوائه على كمية أكبر من الوقود) فإن سرعته النهائية تزداد هي الأخرى، فمثلا إذا كانت نسبة الكتلة تساوي ٧.٤ فإن سرعته النهائية بعد احتراق كل الوقود تصبح ضعف سرعة العادم، وإذا بلغت النسبة ٢٠ تحرك بسرعة نهائية قدرها ثلاث أمثال سرعة العادم.. فإذا بلغت ٥٤..

والآن يجدر بنا أن نعرف شيئا عن سرعة الغاز العادم.

إن سرعة الغاز العادم في الصاروخ ف٢ $V_2$- تبلغ ١٢٠٧٨ قدما في الثانية هذا من الناحية النظرية، ولكنها في الواقع لا تصل إلا إلى ٧١٣٠ قدما في الثانية، وهذا أقصى ما توصلوا إليه الآن، وذلك لأن الفائدة الحرارية للمحركات تكون عادة ذات قيمة منخفضة، فهي في حالة محرك الصاروخ تبلغ

٣٥% فقط.

فإذا كانت نسبة كتلة الصاروخ تساوي ٣.٢٢، وكانت سرعة العادم فيه= ٧١٣٠ قدما في الثانية، فإن سرعته النهائية من الناحية النظرية تصبح ٧٥٩٠ قدما في الثانية، ويجب علينا بعد ذلك أن نطرح منها ٦٦٠ قدما في الثانية بسبب الجاذبية الأرضية (هذا إذا انطلق الصاروخ في اتجاه رأسي.. ونطرح أيضا ١٣٢٠ قدما في الثانية بسبب احتكاك الصاروخ بالهواء. أي أن سرعة الصاروخ النهائية الفعلية تبلغ حوالي ٥٦١٠ قدما في الثانية فقط. وهذا أقل بكثير من السرعة المطلوبة (سرعة الإفلات لكي يصل إلى حدود الفضاء).

ولكن هل توجد إمكانيات أخرى لكي نتغلب على هذه الصعوبة؟ ولكي نزيد من سرعة الصاروخ؟ قبل أن نجيب على هذا السؤال يجب علينا أولا، أن نسرد العوامل التي يتوقف عليها سرعة الغاز العادم. أو بمعنى آخر يجب أولا نبحث عن صاروخ تخرج منه جزيئات الغاز العادم بسرعة ٦.٢٥ ميلا في الثانية، وفي هذه الحالة يمكننا أن نحصل على السرعة المطلوبة، إفلات أي سرعة الإفلات تساوي ٧ أميال في الثانية. حتى مع وجود الاحتكاك والجاذبية. ومع هذا فالسرعة النهائية لمثل هذا الصاروخ تصل إلى ٥.٥ ميلا في الثانية أي أنها أقل بمقدار ١.٥ ميلا في الثانية حتى تستطيع الإفلات من الجاذبية الأرضية.

### صواريخ تحمل صواريخ:

ومع ذلك فهناك وسيلة للخروج من هذا المأزق.. لقد ذكرنا من قبل شيئا عن هذا النوع من الصواريخ المسمى بصاروخ دوجلاس السمائي ، ولكننا لم نذكر أنه كان بداخل صاروخ آخر من نوع $B_{26}$ حمله إلى ارتفاع ٦ أميال حيث انطلق منه، وأخذ في الارتفاع هو الآخر بواسطة محركة الخاص المستقل تماما عن محرك الصاروخ الآخر، وذكرنا كذلك شيئا عن قذيفة بامبر ، و لكننا لم نذكر أنها

عبارة عن صاروخ صغير بداخل صاروخ من نوع ف٢ $V_2$ انطلقا معا بسرعة ٠.٩ ميلا في الثانية حتى ارتفعا إلى ١٨.٥ من سطح الأرض وهناك انفصل الصاروخ الصغير من الصاروخ $V_2$، وبدأ محركه الصغير في العمل واستمر في الارتفاع، أما الصاروخ $V_2$ فقد تناقصت سرعته بعد أن نفذ منه الوقود إلى أن تغلبت عليه الجاذبية الأرضية عند ارتفاع ٩٥ ميلا– في هذه الأثناء كان الصاروخ الصغير لا يزال منطلقا بمفرده، يحركه وقودا هو عبارة عن خليط من الأنالين وحامض النتريك واستمر في اندفاعه إلى أن وصل إلى سرعة نهائية بلغت ٨٩٤٣ قدما في الثانية ووصل إلى ارتفاع قدره ٢٥٠ ميلا. ولولا انطلاقه إلى الـ V2 بينما كان الأخير يتحرك بسرعة ٣٥٠٠ ميل في الساعة لما أمكنه أن يصل إلى ما وصل إليه من السرعة ومن الارتفاع.

وقع هذا الحدث العظيم في يوم ٢٤ فبراير سنة ١٩٤٩ في الساعة الخامسة والربع صباحاً حسب التوقيت الأمريكي، في ساحة الاختبار بوايت ساندز. على أن فكرة هذا "الصاروخ الابن " كانت معروفة منذ عهد ليس بالقصير، ولكنها لم تخرج إلى حيز التنفيذ إلا منذ ذلك التاريخ فقط. والواقع أنه لا يوجد ثمة ما يمنعنا من استعمال أكثر من صاروخين فنستطيع أن نصنع صاروخاً كبيراً يحمل صاروخاً أصغر منه في مكان ثقله الأمامي، وهذا بدوره يحمل صاروخاً أصغر، وهكذا.. إذن فهذا هو السبيل الوحيد إلى تحقيق مشروع السفر إلى الفضاء. وبهذه الطريقة يمكن "للصاروخ الأصغر" من مجموعة هذه الصواريخ أن تصبح له سرعة نهائية تعادل السرعة النهائية لهذا الصاروخ مضافاً إليها مجموعة السرعات النهائية لصواريخ المجموعة كلها. ومع ذلك فإن نسبة الكتلة لهذه المجموعة هي نفسها نسبة الكتلة لأي صاروخ من صواريخ هذه المجموعة.

ويمكن شرح هذه الفكرة بالأرقام وبصورة مبسطة كالآتي: لنفرض صاروخا

نسبة الكتلة فيه= ٦، ثم لنفرض صاروخاً ثانياً وثالثاً نسبة الكتلة لكل منهما تساوي ٦ أيضاً. إذاً فنسبة الكتلة الكلية لهذه المجموعة من الصواريخ تساوي ٦× ٦× ٦= ٢١٦، ومثل هذه النسبة ينتج عنها سرعة نهائية تعادل ٥.٥ مرة سرعة الغاز العادم أي أنه يمكن لمجموعة مكونة من ثلاثة صواريخ من هذا النوع أن تصل إلى أحد جيراننا الموجودين في الكون

يلزمنا للانطلاق من الأرض بطبيعة الحال سرعة تساوي ٧ أميال في الثانية؛ كما يجب أن يكون لدينا أيضاً نفس القدر من الطاقة لكي نتمكن من الهبوط إلى الأرض. على الرغم من أن الهواء الذي يحيط بالأرض سوف يساعدنا كثيرا في عملية الهبوط هذه تماما، كما يعوقنا أثناء الصعود. بل ويمكن الاستفادة من هذه الظاهرة بحيث نعتمد كلية على احتكاك جسم الصاروخ بالهواء من أجل الهبوط إلى الأرض، وبذلك يمكننا أن نوفر كمية كبيرة من الوقود.

ونعود مرة أخرى إلى ما كنا نتكلم عنه: يلزمنا ٧ أميال في الثانية للانطلاق من الأرض، قل أنه يلزمنا ٨.٢٠ أميال في الثانية لهذا الغرض إذا ما أدخلنا في حسابنا تأثير الاحتكاك على حركة الصاروخ. ومن أجل الإفلات من القمر ولأن كتلته صغيرة نسبيا، فإننا لا نحتاج إلا إلى سرعة تبلغ ١.٥ ميلا في الثانية فقط. ويجب أن نضيف إلى هذا القدر من السرعة قدرا آخر يبلغ ٠.٤٣ ميلا في الثانية إذا ما أدخلنا في حسابنا التغير في العجلة التي يتحرك بها الصاروخ نتيجة الجاذبية القمرية.

وعلى هذا تصبح السرعة اللازمة للهبوط إلى القمر هي ١.٩٣ ميلا في الثانية، وذلك لأن القمر لا يوجد به هواء وبالتالي لا يمكننا الاعتماد على الاحتكاك به في عملية الهبوط هذه (يجب أن تعمل نفاثات صاروخنا في الاتجاه المضاد لكي يهبط سالما إليه).كذلك يلزمنا نفس القدر من الطاقة (أي الطاقة

التي ترمز إلى ١.٩٣ ميلا في الثانية) للانطلاق من القمر. وإذا أضفنا إلى هذا كله ما قيمته ٠.٧ ميلا في الثانية، وذلك لاحتمال حدوث تغيير في الاتجاه أثناء الطيران تصبح ميزانيتنا، كالآتي:

| | | |
|---|---|---|
| الانطلاق من الأرض.. .. .. .. | ٨.٢ | ميل في الثانية |
| الهبوط إلى القمر .. .. .. .. .. | ١.٩٣ | " " |
| الانطلاق من القمر .. .. .. .. | ١.٩٣ | " " |
| تصحيح ناتج من تغيير في الاتجاه .. | ٠.٧ | " " |
| المجموع | ١٢.٧٦ | |

أو بعبارة أخرى.. يلزمنا– من أجل تحقيق هذه الرحلة إلى القمر– طاقة يمكنها أن تجعل السرعة النهائية للصاروخ هي ١٢.٧٦ ميلا في الثانية– وهذا تقدير فيه شيء من التفاؤل، إذ أننا لا نستطيع الاعتماد كلية على الاحتكاك بالهواء في حالة الهبوط فيصبح الرقم المطلوب في هذه الحالة ٢٠.٧ ميل في الثانية– فإذا كانت سرعة العادم تساوي ١.٣٤ ميلا في الثانية، فإن نسبة الكتلة لمجموعة الصواريخ الكلية يجب أن تصل ١٠٤٠٠ وإذا ما أردنا أن نحصل على سرعة نهائية للصاروخ الأخير تساوي ١٢.٥ ميلا في الثانية– أو يجب أن تكون قيمة نسبة الكتلة ٤.٤ مليون إذا ما أردنا الحصول على سرعة نهائية تساوي ٢٠.٧ ميلا في الثانية.

في الحالة الأولى يلزمنا مجموعة ذات ستة صواريخ، نسبة الكتلة لكل منها= ٦، وفي الحالة الثانية يلزمنا مجموعة ذات تسع صواريخ نسبة الكتلة تساوي ٦ أيضا.

أما إذا فرضنا أن سرعة العادم= $2\frac{3}{4}$ ميلا في الثانية– وهذا في استطاعتنا

أن نحصل عليه– فيلزم أن تكون نسبة الكتلة في الحالة الأولى تساوي ٨٥ وفي الحالة الثانية تساوي ١٥٠٠– وهذا بالطبع أفضل. وفي الحالة الأولى يلزمنا مجموعة ذات ثلاثة صواريخ فقط. وفي الحالة الثانية يلزمنا خمسة صواريخ نسبة كتلة كل منها= ٦. ومع ذلك لندع هذا جانبا ولنركز اهتمامنا مرة أخرى في عملية تزويد الطائرة بالوقود أثناء تحليقها في الهواء.

* * *

لقد ذكرنا من قبل وفي مناسبات مختلفة أن الكرة إذا قذفت في الهواء إلى أعلى، بقوة أكبر، أمكنها أن تتحدى الجاذبية الأرضية لمدة أطول.. ومن هنا وصلنا من هذا كله إلى هذه السرعة الحرجة وهي، ٧ أميال في الثانية، التي عندها لا يعود الجسم مرة أخرى إلى الأرض أما في حالة سفينة الفضاء فإن المسألة سهلة التحقيق، ذلك لأن سرع الدوران أي السرعة اللازمة لكي يستمر الجسم في دورانه حول الأرض تعادل خمسة أميال في الثانية فقط، إذا ما كان الجسم قريباً من سطح الأرض.

إننا إذا رمينا من أعلى جبل مرتفع بحجر في اتجاه أفقي، نجد أنه كلما زادت القوة التي يرمي بها الحجر، طالت مدة طيرانه قبل أن يسقط على الأرض ولنفرض أننا استطعنا أن نقذف بالحجر وبقوة خارقة بحيث أمكننا أن نجعله يلف حول الأرض ولن يحدث هذا إلا إذا كانت القوة المركزية التي تحاول أن تطرد الحجر إلى الخارج توازن وتعادل القوة الناتجة من الجاذبية الأرضية التي تحاول أن تجذب الحجر إلى الداخل– وفي هذه الحالة سيظل الحجر– أو أي جسم آخر– متحركا في مدار دائري حول الأرض، وبسرعة منتظمة، وبدون أية قوة مساعدة أخرى. هذا بطبيعة الحال إذا أهملنا الاحتكاك الذي ينتج من هواء الأرض لأنه إذا تحرك داخل طبقة الجو الأرضية لبطأت حركته نتيجة لهذا الاحتكاك، وتبعاً

لذلك تقل القوة المركزية وسرعان ما تتغلب الجاذبية الأرضية عليه فيسقط ويرتطم بالأرض.

ويمكن نظريا الحصول على سرعة ٥ أميال في الثانية بواسطة مجموعة مكونة من صاروخين اثنين، ولكن نظراً لوجود الاحتكاك والجاذبية، يلزمنا مجموعة مكونة من ثلاثة صواريخ على الأقل. وعلى هذا الأساس وُضِعت تصميمات مختلفة لمحطات الفضاء فمثلا يفكر فرنر فون براون في بناء مجموعة صاروخية من ثلاث وحدات، يبلغ ارتفاع أكبرها ١٩٨ قدما، ويبلغ قطره الرئيسي ٦٤.٥ قدما. وضع فون براون تصميمه هذا بحيث تنطلق هذه المجموعة إلى أعلى بأكبر سرعة ممكنة حتى تتمكن من اختراق الطبقات الجوية الكثيفة فإذا ما اخترقها غيرت المجموعة اتجاه سيرها، وأخذت اتجاها آخراً يميل بزاوية معلومة مع الخط الرأسي وحينئذ يكون وقود الصاروخ الأول قد نفذ، فينفصل عن باقي الأجزاء. يستمر الجسم بعد ذلك في الاندفاع بواسطة القوة الناتجة من محرك الصاروخ الثاني، فإذا ما انتهى وقوده انفصل هو الآخر، واستمر الصاروخ الثالث مندفعاً بقوة محركه، إلى أن يصل إلى ارتفاع يقدر بحوالي ٦٠ ميلا، وهنا يتجه الصاروخ في اتجاه أفقي، وبسرعة تبلغ ما يقرب من خمسة أميال في الثانية، وحينئذ يستمر في حركته إلى الخارج، إلى أن ينفذ وقوده، ويكون قد وصل إلى ارتفاع ١٠٧٥ ميلا بعيداً عن سطح الأرض. ومن هذا الارتفاع، يستمر في حركته حول الأرض مرة كل ساعتين ما لم تؤثر فيه قوة أخرى.

* * *

وهناك تصميم آخر لإقامة محطة الفضاء ويتلخص في أن تجهز مجموعات من الصواريخ، كل مجموعة تتكون من ست وحدات، بحيث يمكن للصاروخ الأخير أن يندفع بسرعة، يمكنه بعد ذلك أن يدور حول الأرض، على ارتفاع

٣٤٥ ميلا فقط– كما اقترح أنه لإتمام هذه العملية يلزمنا حوالي ٣٧٥ صاروخا من هذه الصواريخ، ويبلغ تكاليفها حوالي ١١٠ مليون جنيه– ويحمل كل صاروخ في ثقله الأمامي مواد ومعدات تزن $\frac{1}{7}$ طن لبناء محطة الفضاء هذه على ارتفاع ٣٤٥ ميلا.

وهناك مشروعات أخرى مختلفة لهذه المحطة غير التي ذكرناها اقترحها "فون براون" وإنجل وجارتمان وهوبنر وأوبرت وروس وتختلف هذه المقترحات بعضها عن البعض الآخر في بعض النواحي اختلافا جوهريا. فبينما يقترح أحدهم استخدام عددا صغيرا من الصواريخ الضخمة، نجد الآخر يقترح استخدام عدداً كبيراً من صواريخ صغيرة من أجل الغرض نفسه وبينما نجد أحدهم يقترح أن تدور المحطة حول نفسها مرة كل ٧ ثواني، وذلك من أجل إيجاد جاذبية اصطناعية بداخله نجد الآخر يقترح أن يدور الجزء المسكون منه فقط، وذلك بوضعه في نهاية ذراع طويل على أية حال فالأساس الذي بُنِيت عليه كل هذه المقترحات واحدة.

### المشكلات التي تواجه تنفيذ مشروع الأقمار الصناعية:

ومع أن ما ذكره هؤلاء لا يخرج عن الصواب ،إلا أن هناك عدداً من الفلكيين تنبأ بفشل جميع المشروعات التي اقترحت ويقولون أن المهندسين لم يدخلوا في حساباتهم قوة هامة جدا– وهي القوة الطاردة– وهي أيضا نفس القوة التي ينشأ عنها ظاهرتي المد والجزر التي تحدث بالأرض من تأثير القمر والشمس... يقولون إن الأرض هي الأخرى سوف تجذب بعض أجزاء محطة الفضاء بقوة أكبر من جذبها للأجزاء الأخرى، وسوف يترتب عن ذلك تفكك في أوصالها ما لم يوجد هذا الكوكب الصناعي في مكان بعيد جدا عن سطح الأرض– بحيث تكفي القوة الطاردة فيه أن توازن قوة الجاذبية الأرضية. ووجدوا

أن هذه المسافة أطول بكثير من المسافات التي اقترحها هؤلاء الثلاثة.

فهل يعني هذا أن مشروع إيجاد كوكب آخر تابع للأرض هو مشروع لا يمكن تنفيذه؟ لا.. إنه لا يعني ذلك مطلقا.. إنما يعني أن المحطة نفسها ينبغي أن تكون أثقل بكثير مما كان مقترحا من قبل. ويعني أيضاً أن المهندسين الذين يصممون هذه الكواكب الصناعية عليهم أن يحرروا أنفسهم من القوانين الأرضية التي لا زالت تسيطر على عقولهم فهذه القوانين لا يمكن الاعتماد عليها في بناء محطة الفضاء. وعلى هذه فجميع المقترحات التي أبديت، والتصميمات التي وضعت في هذا الخصوص لا تصلح مطلقا..ويتوقف موضع المكان الذي لا تؤثر فيه هذه القوى الطاردة ويعرف بـ "حدود روش " على عوامل كثيرة.

وهو المكان الذي تصبح فيه كثافة محطة الفضاء ذات أهمية بالغة، بالضبط كأهمية سرعة دورانها- وهو المكان الذي يجب أن يكون للكوكب الصناعي عنده- أي عند حد روش- حركة دورانية أسيرة أي أن عليه أن يدور حول محوره، بجانب دورانه حول الأرض، وبحيث يكون زمن الدورة الواحدة هو نفس الزمن الذي يستغرق دورانه حول الأرض- أي أن وجها معينا منه يصبح مقابلا للأرض دائما- في جميع الأوقات- بالضبط كما هو الحال مع قمرنا المعروف.

وإذا كان متوسط كثافة محطة الفضاء هو نفس متوسط كثافة الأرض (أي ٥.٥ مرة قدر كثافة الماء) فينبغي ألا يقل ارتفاع المحطة عن ١٠٣٠ ميل، حتى يمكننا تفادي أثر القوة الطاردة في تفكيك أوصالها.. أما إذا كانت كثافة محطة الفضاء هذه أقل بكثير عن متوسط كثافة الأرض- كما هو متوقع- يصبح حد روش أبعد بمقدار كبير- فمثلا إذا كانت كثافتها= ٢.٧٥ وجب أن يكون بعدها= ٢٣٤٠ ميلا عن سطح الأرض- وإذا كانت كثافتها= ١ (أي ككثافة

الماء) تصبح المسافة ٤٨٢١ ميلا– فإذا ما عدنا إلى التصميمات التي وُضعت من قبل لنماذج محطات الفضاء التي تكلمنا عنها، نجد أن متوسط كثافتها يحتم علينا إقامتها على أبعاد تتراوح بين ٢٥٠٠٠، ٣٠٠٠٠ ميل من الأرض– وحينئذ لا يمكن أن تكون هذه التصميمات التي وضعت لأشكالها مناسبة. من أجل هذه الأسباب كلها، يبدو أن أي وصف أو تصميم أو شكل يوضع لمحطة الفضاء عمل سابق لأوانه، وعلى ذلك فقولنا إن عملية البناء هذه عملية سهلة، لا تتطلب أكثر من نقل أجزاء محطة الفضاء وتجميعها كيفما نشاء إذ يجب ألا نستسهل الأمر إلى هذا الحد، وإلا لتفككت أجزاء المحطة ولتباعدت أوصالها، حتى في أثناء تركيبها أما إذا كنا ننوي إقامة هذه المحطة في مكان خارج عن حدّ روش فسوف نجد أن كمية الوقود اللازمة لهذه العملية كبيرة جداً بحيث يصعب توفيرها.

### العوامل الإنسانية:

وإذا فرضنا جدلا أننا تمكنا من تذليل جميع الصعوبات الفنية التي تتعلق بمحطة الفضاء، وبالسفر فيه، وأنه أمكننا كذلك الحصول على المال الذي يلزم لهذا المشروع.. يبقى حينئذ سؤال هام يجب أن نجيب عليه ألا وهو: هل يستطيع الإنسان أن يحتمل البقاء في الفضاء؟

يقول أحد الخبراء المعروفين والمتخصصين في طب الفضاء وهو هاينز هابر ، والذي يقوم بإجراء أبحاثه الآن في أرض راندولف للتجارب: "إنه على الرغم من أن بحارة سفينة الفضاء يحتلون مكان الصدارة من حيث الأهمية في هذا المشروع كله، إلا أن موضوع بقاءهم في الفضاء لا يزال أضعف حلقة من حلقات المشروع"..

لا شك أنه من الأفضل أن تتجه بأفكارنا نحو أمور أخرى غير هذه الأمور

التي تتعلق بالسفر في الفضاء.. أمور أخرى ككيفية توجيه سفينة الفضاء، أو كيفية التحكم في حركتها من الأرض، أو أن نبحث عن طريقة يمكن بواسطتها تصوير النصف الآخر من القمر بواسطة صواريخ أوتوماتيكية. ذلك لأن هناك أسباباً كثيرة تدعونا إلى أن نرجئ البحث قليلا في إقامة سفينة فضائية يقلها الإنسان. وليس من العسير أن نتصور محطة فضائية لا يقطنها إلى الصمامات الإلكترونية والمكثفات والأسلاك على اختلاف أنواعها. وليس من العسير علينا أن نرسل أوامرنا إلى مثل هذا الكوكب الصناعي عن طريق موجات لاسلكية غاية في القصر، فتقوم هذه الآلات بعمل حسابات خاصة وأعمال مختلفة، ثم تبعث بنتائجها إلينا مرة أخرى.

يجب علينا في أول الأمر أن نعرف شيئاً عن هذا الفرع الخاص من الطب الفرع الذي يختص بالفضاء.. هذا الفرع الذي تقدم تقدماً ملموساً في السنوات الأخيرة، بفضل الطائرات الصاروخية الحديثة والطائرات النفاثة التي استطاعت أن تصل إلى ارتفاعات كبيرة... إلى ارتفاع ٩ أميال من سطح الأرض، حيث توجد ظروف تشابه إلى حد كبير الظروف التي توجد عند الارتفاعات الشاهقة، وقد ثبت من محاولات أجريت في هذا الشأن، أن هناك ظواهر تتعلق بالفضاء كان بعض العلماء يعتقدون أنها خطرة على حياة الإنسان ثم ثبت فيما بعد غير ذلك. ومع هذا فهناك ظواهر أخرى تحدث في الفضاء لا نعرف بعد عما إذا كانت ضارة أم غير ضارة، على أن هناك كثيراً من الناس يعتقدون أن بحارة سفن الفضاء لن يستطيعوا تحمل السرعة الكبيرة التي تسير بها هذه السفن.

والحقيقة أن السرعة ليس لها أهمية في هذا الشأن بأي حال من الأحوال فنحن سكان الأرض نتحرك دائماً في حركة دائرية مستديمة مع دوران الأرض حول نفسها وبسرعة تتراوح بين ١٣٠٠، ١٦٥٠ قدما في الثانية. وفي نفس

الوقت نتحرك مع الأرض حول الشمس بسرعة قدرها ٨١.٥ ميلا في الثانية، كذلك تتحرك الشمس مع جميع كواكبها خلال الفضاء بسرعة تبلغ ١٢.٥ ميلا في الثانية ومع ذلك لا نتأثر بكل هذه السرعات، إن ما يؤثر علينا هو التغيير المفاجئ في السرعة، وليست السرعة ذاتها، يقول كثير من الأطباء إن الضغط الناتج من العجلة المتزايدة، ذات المقادير الكبيرة، هو إحدى المشكلات التي يبحث فيها طب الفضاء. وقد أصبح من الممكن معرفة مدى تأثيره على الإنسان، فوجدنا أن تأثيره يصبح كبيراً إذا ما زادت قيمة العجلة التي يتحرك بها الصاروخ عن مقدار عجلة السقوط (الجاذبية الأرضية).. وقد نشأت هذه المشكلة لأن الصاروخ حين انطلاقه يتحتم أن يكون معدل الزيادة في عجلته التصاعدية كبيرة جداً– أي يتحتم عليه أن يبلغ سرعته القصوى في أقل وقت ممكن– وإلاَّ لما تمكن من مقاومة الجاذبية الأرضية التي تؤثر على سرعته أثناء صعوده، فتخفضها إلى ١٩٨٠ قدما في الثانية. إذاً فالعجلة التصاعدية للصاروخ أمر ضروري جداً.

وللصاروخ في بدء انطلاقه عجلة تصاعدية صغيرة جداً لا تزيد عن العجلة الأرضية جـ (٣٢ قدم في الثانية). (كما هو الحال مع الصواريخ من نوع $V_2$ أو الفيكنج)، فهو يرتفع عن رصيفه ببطء وتثاقل، ويخيل للناظر إليه أنه واقف على ذيله المرتعش ولكن سرعان ما يزداد ردُّ الفعل الناتج من المحرك. فيخف وزن الصاروخ، وتزداد مقدار عجلته التصاعدية بالتدرج إلى أن تصل في النهاية إلى ٧ أو ٨ أمثال العجلة الأرضية (ج) أي تتراوح ما بين ٢٠٠، ٢٦٠ قدما في الثانية. وقد دلت التجارب التي أجريت على الإنسان، عندما وضع داخل آلة ضخمة تدور بسرعة كبيرة، أن جسم الإنسان يستطيع أن يتحمل عجلة تتراوح بين ٨، ١٠ج وذلك لبضعة دقائق فقط.. وبعدها يختل توازن عقله

ويصيبه إغماء.. أجريت هذه التجارب منذ زمن ليس بالقصير، فقد صنعت أول آلة من هذا النوع في ألمانيا سنة ١٩٣٤، ثم صنعت بعد ذلك آلات أخرى توجد أكبرها الآن في الولايات المتحدة ويبلغ قطرها ١٠٠ قدم وتديرها محركات تبلغ قوتها ٤٠٠٠ حصان. وتفيد هذه الآلات كذلك في تمثيل حالة الطائرات أثناء انقضاضها أو دورانها المفاجئ، فهي تتحرك حينئذ بعجلة قدرها ١٠ج، ولمدة تزيد عن خمسة ثوان وقد دلت التجارب أيضاً أن جسم الإنسان قد يتحمل عجلة قدرها ١٥ج على شرط ألا تطول مدتها عن نصف دقيقة، وألا يكون اتجاهها في اتجاه محور الطائرة بل عموديا عليها.

* * *

وسوف ينتاب رجال الفضاء شعوراً غاية في الغرابة حينما تتوقف محركات الصاروخ عن العمل بعد اجتيازهم منطقة الجاذبية الأرضية فقد أصبحوا في منطقة ليس للأوزان فيها أية قيمة. وكل جسم أصبح سابحا في الفضاء ولن يكون هناك معنى لكلمة "أعلى" أو "أسفل"، ولن يعرف الإنسان شماله من جنوبه أو شرقه من غربه.. فكل شيء غريب بالنسبة إليه. فهو إن حرك ذراعه حركة بسيطة يجدها قد تحركت حركة أكبر بكثير مما هو متوقع، وهو إن حاول أن يشرب من فنجان أو كوب فلن يسقط في جوفه شيء وعليه حينئذ أن يمتصه بواسطة ماصة.

ولم يتفق العلماء بعد أن أثر ظاهرة الانعدام الوزني فهي ظاهرة لم توجد إلا في أثناء سقوط طائرة، فقد ثبت أن هناك فترة تتراوح بين ٨، ١٠ ثوان، أثناء هذا السقوط، ينعدم فيها الوزن، وقد ثبت من هذه الحالات أن دورة الدم في جسم الإنسان، وعملية الهضم لا تتأثران مطلقا بظاهرة الانعدام الوزني. على أية حال فلن يكون رجال الفضاء مبتهجين منشر حين أثناء تنقلاتهم فيه، كما

يتصور كتاب القصص الخرافية، إنما سيصيبهم ما نسميه بمرض الفضاء، وهو شعور بالإعياء والكلل والفتور في الجسم والعضلات. على أن الجسم من شأنه أن يتغير من نفسه ليلائم الظروف الجديدة (ظروف الانعدام الوزني) فإذا ما حدث ذلك ثم حدث وعاد به الصاروخ إلى الأرض مرة أخرى، وعاد إلى جسمه وزنه، اضطرب مرة أخرى نتيجة للضغط الواقع عليه وظل على حالته هذه حتى يعود الجسم إلى ما كان عليه من قبل.

وروعي في أغلب التصميمات التي وضعت لمحطات الفضاء، أن يكون بها جاذبية صناعية، حتى تصبح هذه المحطات أكثر ملائمة لسكانها من البشر. ويمكن إيجاد هذه الجاذبية الصناعية عن طريق تحريك محطة الفضاء كلها أو جزء منها، حركة دائرية حول نفسها، فينتج عن ذلك قوة مركزية تؤثر على الأجسام الموجودة بها فيجذبها إلى جسم المحطة. فإذا كانت هذه المحطة صغيرة، وجب عليها أن تدور بسرعة كبيرة حتى تتولد عنها "جاذبية" بقدر كاف، على أن الإنسان لا يستطيع أن يتحمل الدوران السريع إلا إذا ثبت رأسه في مكان واحد، لأن حركة الرأس من شأنها أن تؤثر على جهاز الاتزان الموجود بداخل الأذن وبالتالي يصبح في حالة أسوأ مما كان عليه.

* * *

إن ظاهرة الانعدام الوزني ليست هي العقبة الوحيدة التي تواجه الإنسان.. ولكن هناك عقبات أخرى.. ذللت بعضها، ولا يزال البعض الآخر تحت البحث: إحداها هي مشكلة إعداد الجو اللازم داخل السفينة الفضائية.. إن الشخص الواحد منا يحتاج إلى ما بين ١١٥٠، ١٥٠٠ أوقية من الأوكسجين في الساعة– وقد أمكن في حالة الغواصات تخزين كل ما يطلبه الشخص الواحد من الهواء في اليوم كله في وعاء يحتوي على ٢٠٠ جالون من الأوكسوجين

السائل. أما في حالة الأسفار الفضائية الطويلة فينبغي استخدام طريقة أخرى لتوليد الأوكسوجين، ثم هناك مشكلة أخرى، وهي عملية طرد غاز ثاني أوكسيد الكربون الناتج من التنفس وهي من العمليات التي لم يتوصل المهندسون بعد إلى إيجاد حل لها، وليس من المنتظر أن يتوصلوا إلى هذا الحل في القريب العاجل.

وفي بعض الأحيان تثار مشكلة الفرق بين ضغط الجو الموجود بداخل سفينة الفضاء وبين ضغط الفضاء نفسه وطبيعي جداً أن السفينة يجب أن تكون محكمة إلى درجة كبيرة حتى نحافظ على الفرق بين هذين الضغطين.. وهذه ليست مشكلة، فقد استطعنا من أبحاثنا أن نحفظ غازات ذات ضغط يعادل عشرات أو حتى مئات الضغط الجوي. فأين هي المشكلة والفرق بين ضغط ما بداخل السفينة وخارجها هو ضغط جوي واحد؟ (أي ٧٦ سم زئبق)، بل وربما انخفض الفرق عن هذه القيمة لأن الجو بداخل السفينة قد يكون خليطا من غاز الأزوت والأوكسوجين، أو غاز الهليوم والأوكسوجين بنسبة ٥٠%، أي يصبح الضغط بداخل السفينة حوات $\frac{1}{3}$ الضغط الجوي– كل ما هنالك أن السفينة يجب أن تحمل معها كمية من الأوكسوجين السائل لاستخدامه في حالة اصطدام السفينة بنيزك من النيازك. والحقيقة أن احتمال تصادم سفينة الفضاء بأحد النيازك الصخرية هو احتمال ضعيف، على خلاف ما يعتقده كثير من الناس.

على أن هناك أخطار أخرى قد يتعرض لها إنسان الفضاء.. ألا وهي الإشعاعات الكونية المختلفة، وهي دقائق ذرية توجد في الفضاء وعلى الكواكب وفي كل مكان، ولكنها تختلف من حيث شدتها حسب الظروف التي توجد بها، فنحن سكان الأرض مثلا نتعرض دائما لهذه الأشعة الكونية، وأعني

أن أكثر من ١٢٠٠٠ دقيقة من هذه الدقائق الذرية تمر خلال أجسامنا في كل ثانية وهي دقائق ثانوية نتجت عن اصطدام دقائق أولية (نوى ذرية) مع جزيئات الهواء– أما عن مدى تأثير هذه الدقائق الأولية على جسم الإنسان، فأمر مازال موضع البحث.

وبهذه المناسبة نذكر أن العالم السويسري إيجستر أجرى تجربة لمعرفة مدى تأثير الأشعة الكونية على بشرة الإنسان والحيوان، واستخدم في هذه التجربة ٢٠٠٠٠٠ بيضة من بيض سرطان البحر أرسلها إلى ارتفاع ١٠٠.٠٠٠ قدم من سطح الأرض وهناك تعرض البيض لأشعة كونية شديدة، ولمدة ساعات طويلة، ثبت بعدها أن كل بيضة أصابها الإشعاع إصابة مباشرة هلكت وماتت.

وعند ارتفاع ١٨ ميل تصبح الإشعاعات الكونية أشد بمقدار ٢٠٠ مرة من الإشعاعات الموجودة على سطح الأرض وقد ثبت من تجارب حديثة، أجريت على صواريخ انطلقت إلى مسافات بعيدة، أن الأشعة الكونية لا تتركب من نوى ذرات عناصر خفيفة، كالإيدروجين والهليوم فحسب، بل تتركب كذلك من ذرات لها أوزان ذرية قد تصل إلى ٤٠، ٥٠، ٦٠، ومن يدري ما سوف تكشف عنه الأبحاث المستقبلة عن هذا الموضوع؟.. على أية حال فلن نستطيع أن نزيد من الكلام عن مدى خطورة هذه الإشعاعات على الحياة، وعن الوسيلة التي يمكن بواسطتها تجنب آثارها، إلا بعد أن تزداد حصيلتنا من المعلومات عن طبيعة وخواص هذه الإشعاعات الغريبة.

وقد تكون النجوم الجديدة والنجوم فوق الجديدة هما مصدر هذه الإشعاعات (ويلاقي هذا الاقتراح قبولا كبيرا عند كثير من العلماء)، ويعتقد بعض من بحثوا في هذا الموضوع أن هذه الأشعة هي في الحقيقة إحدى ضرورات الحياة، رغم خطورتها، بل ويذهب البعض منهم إلى أبعد من هذا فيقول إن هذه

الأشعة هي سر من أسرار الحياة.

وهناك أشعة من نوع آخر وهي أشعة الشمس فوق البنفسجية وهي أشعة ضوئية غير مرئية (وهي نفسها الأشعة التي تسبب سمرة البشرة أو حمرتها عند البحر أو على الجبال) تعوق دون وصولها إلى الأرض طبقات الأوزون الموجودة في الجو على ارتفاع يتراوح بين ٩، ١٦ ميل– ولا ينفذ من هذه الأشعة إلى سطح الأرض إلا نسبة ضئيلة. أما في الفضاء فتوجد بنسبة كبيرة، ومع ذلك فلن تؤثر على أجسام المسافرين في الفضاء لأن جدران السفينة ونوافذها كفيلة بأن تحجبها عن أجسادهم.

### الفضاء ومدى برودته:

الصفر المطلق: هو أدنى درجة من درجات الحرارة لأن الحرارة ما هي إلا مقياس لحركة جزيئات وذرات الجسم، فكلما انخفضت درجة الحرارة بطؤت حركتها. وفي درجة حرارة الغرفة تتحرك الجزيئات بسرعة حوالي ١٦٥٠ قدما في الثانية. فإذا ما وصلت إلى ٤٥٩°ف تحت الصفر وهي الصفر المطلق توقفت جميع الجزيئات عن الحركة، وعلى هذا فلا يمكن وجود حرارة أقل من هذا. ويعتقد بعض الناس أن مشروع السفر في الفضاء لا يمكن تحقيقه، لأن درجة حرارة الفضاء هي ٤٥٩°ف، ولا يمكن للمسافر أن يحتملها بل سوف يجمد ويموت حالما يترك الأرض ويبتعد عن جوها.

وهذا الاعتقاد خاطئ من أساسه، فالفضاء ليس له حرارة، ذلك لأنه لا يحتوي على أية جزيئات، اللهم إلا من دقائق منعزلة قليلة وبعض من سحب الغبار. من أجل هذا يصبح السؤال "ما هو مدى برودة الفضاء؟" سؤال لا معنى له والأفضل أن نستبدل به السؤال التالي.. "ما هي درجة حرارة الجسم عندما يوجد في الفضاء؟".

من المعروف أن درجة حرارة أي جسم من الأجسام تتوقف على كمية الإشعاعات الحرارية التي تصيبه، أي على موضعه في الفضاء فإذا ما وُجد الجسم في مكان يقرب من الأرض، ويبعد بمقدار حوالي ٩٣ مليون ميل من الشمس، فإن درجة حرارته تكون أعلى من درجة حرارة جسم آخر موجود في مكان قريب من كوكب المشترى، والذي يبعد عن الشمس بمقدار ٥ مرات بعد الأرض عنها، ونعرف أيضا أن الجسم الأسود يمتص أغلب الأشعة الحرارية التي تسقط عليه بينما يعكس الجسم المفضض هذه الأشعة ويرسلها مرة أخرى إلى الفضاء.

وعلى هذا فحل هذه المسألة بسيط.. وهو أن يُطْلَى نصف الصاروخ بلون أسود قاتم والنصف الآخر بلون أبيض لامع ويمكن التحكم في درجة الحرارة بداخله، وذلك بتعريض أحد جزءي الصاروخ للشمس (إما الجزء الذي يمتص الحرارة أو الجزء الذي ينعكس الحرارة) وهي طريقة فعالة لابد وأن تنجح.. بل ولقد جربت بالفعل، أو بمعنى أصح كانوا على أهبة القيام بها. فقد أطلق بيكارد ، في ٢٧ مايو سنة ١٩٣١، منطادا إلى الطبقات العليا من الجو، وكان نصف المنطاد مطليا بلون أسود والآخر بلون أبيض، ولكن وللأسف– حدث عطب في المحرك الذي كان عليه أن يتحكم في توجيه أحد اللونين للشمس.. ولم تكمل التجربة.

## الملاحة وسط النجوم:

إننا لكي نغير من اتجاه سير الصاروخ في الفضاء، سواء كان يتحرك بجنبه أو يتحرك ومؤخرته في المقدمة (هذا بطبيعة الحال إذا كانت محركات الصاروخ متوقفة عن العمل) فإن الطريقة الوحيدة لتغيير اتجاه السير هي تغيير اتجاه اندفاع الغازات العادمة مع تغيير اتجاه الصاروخ نفسه.

ويمكن تغيير اتجاه الصاروخ بطرق عديدة نذكر منها اثنين: الأولى وتعتمد على النظرية التي تقول "إن لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه" وذلك بواسطة إدارة عجلة موجودة في منتصف الصاروخ، في اتجاه معين، فينتج عن ذلك أن يحاول الصاروخ الدوران في الاتجاه المضاد. فإذا ما وجد بالصاروخ ثلاث وحدات من هذه العجلات، بحيث يكون محور كل عجلة منها عموديا على المحورين الآخرين، يمكننا بذلك تغيير اتجاه الصاروخ الوجهة التي نريدها. أما الطريقة الثانية فتعتمد على محركات صغيرة توجد في الصاروخ وتكون مهمتها التوجيه فقط.

وقد نشأت فكرة توجيه الصاروخ، وتغيير حركته، أثناء الحرب الأخيرة. وقد ذللت بنجاح جميع الصعوبات التي تتعلق بهذا الشأن في الصواريخ الحديثة التي تنطلق إلى ارتفاعات كبيرة. فمثلا أمكن تغيير اتجاه الغازات العادمة في صاروخ جلين مارتن (طوله ٤٥ قدم ووقوده خليط من الأوكسوجين والكحول) وهو شبيه بصاروخ الـ ف٢ ($V_2$) وذلك بواسطة جهاز معقد التركيب من شأنه أن يغير من اتجاه غازاته العادمة في أية لحظة منذ انطلاقه وبنفس الطريقة يمكن التحكم في درجات الحرارة بداخل الصاروخ، وينبغي علينا أن نقول إن هذا التحكم سيكون مقصوراً على تخفيف شدة الحرارة، وذلك ليس نتيجة لأشعة الشمس فحسب بل نتيجة للحرارة المتولدة من أجسام البحارة ومن الآلات الميكانيكية المختلفة. وقد دلت التجارب أنه للحصول على درجة حرارة مناسبة بداخل الحجرة التي يقطنها البحارة يجب طلاء الصاروخ بلون لامع، وذلك بأن يغطى سطحه بطبقة من أوكسيد المغنسيوم ذات قوة كبيرة على إعكاس الحرارة.

### الطاقة الذرية في تسيير سفن الفضاء:

يعتقد أشخاص كثيرون أن بإمكان الطاقة الذرية أن تذلل جميع الصعوبات

التي تتعلق بأسفار الفضاء فالمحركات التي تعمل بالطاقة الذرية من شأنها أن تحدث تغييراً في جميع التصميمات والعمليات الحسابية التي وضعت وأجريت حتى الآن على سفن الفضاء وعلى نسبة الكتل. فسرعة الصاروخ الذري والذي يعمل بالطاقة المتولدة من انفلاق الذرة سوف تزيد كثيراً عن سرعة الصاروخ العادي الذي يعمل بالوقود السائل... ولكن هذا لا يعني أن المشكلة قد ذللت..

إن ذرة اليورانيوم إذا ما انفلقت انطلق منها دقائق عديدة في جميع الاتجاهات، قد تصل إلى حوالي ٦٠٠٠ ميل في الثانية فإذا ما نجحنا في توجيه هذه الدقائق لتنطلق في اتجاه واحد- (وهي مشكلة لم نتمكن بعد من حلها) نتج منها حرارة غاية في الشدة، قد تذيب الصاروخ نفسه في وقت قصير- وهذا بطبيعة الحال ما لا نريده- على أية حال ففكرة استخدام الذرة في الصواريخ تحتاج إلى مزيد من الدراسة والتمحيص، خصوصاً إذا ما فكرنا في استخدامها للتغلب على الجاذبية الأرضية.

ومع ذلك فيمكن بطريقة غير مباشرة استخدام هذه الطاقة الذرية للتغلب على الجاذبية الأرضية، وذلك باستخدام ما يسمى بالمفاعلات الذرية، فكما هو الحال في محطات القوى الذرية، حيث تستخدم الطاقة الحرارية المتولدة من التفاعلات الذرية في تحويل الماء إلى بخار، ليدير تربينة بخارية، والتي بدورها تدير مولداً كهربائياً كذلك يمكن استخدام المفاعل الذري في سفينة الفضاء لنرفع من درجة حرارة مادة أخرى، فتندفع إلى الخارج خلال نفاثات الصاروخ فينطلق الصاروخ إلى الأمام. وبهذه الطريقة قد تصل سرعة العادم إلى ما بين ٦ و٩ ميل في الثانية وهي سرعة كبيرة بلا شك إذا ما قورنت بالسرعة الناتجة من الوقود الكيماوي وهي $2\frac{3}{4}$ ميل في الثانية.

وإحدى الصعوبات التي تواجهنا في هذا الشأن هي نتائج الإشعاعات الذرية. فالذرة إذا ما انفلقت نتج عنها دقائق ذات مقدرة كبيرة على اختراق الأجسام. قد تؤثر على جسم الإنسان فتعرض حياته للخطر. وللتقليل من حدة خطورتها، يمكن وضع المحرك الذري في إحدى طرفي الصاروخ وحجرة المسافرين في الطرف الآخر، وبحيث يفصلهما عن بعض الأجهزة الميكانيكية وخزانات الوقود وجميع المعدات الأخرى، فتتعرض للإشعاعات وتمتصها على أية حال فمسألة وضع حاجز لحماية المسافرين من هذه الإشعاعات لن تصبح مشكلة كبيرة، ولن يكون وزنها من الثقل بحيث تؤثر كثيراً على نسبة الكتلة. كذلك يجب توجيه المحرك الذري والتحكم فيه من على بعد كاف، فأي إنسان يريد السلامة لنفسه يجب عليه ألا يقترب من هذا المحرك، سواء كان ذلك أثناء دوران المحرك أم بعد توقفه، ولقد تقدم العلم كثيراً في هذا المضمار خصوصا فيما يتعلق بالتحكم في الأجهزة من على بعد.

## نظرة إلى المستقبل:

إن علم السفر في الفضاء علم واسع تظهر فيه روح التعاون بين العلماء في أجلي مظاهرها. وأمنية هذا السفر لن تتحقق إلا إذا اتحدت جهود العلماء في جميع فروع العلم.

فإذا ما تحققت تلك الأمنية، وأصبح في إمكاننا السفر في الفضاء، فإننا لن نصل إلا إلى أقرب جيراننا من الكواكب. قد نستطيع الوصول إلى القمر أو الزهرة، بل وربما استطعنا بعد ذلك الوصول إلى كوكب أبعد، ولكن لا يمكن أن نتعدى في هذه الرحلة حدود النظام الشمسي، إذ أن أقرب نجم إلينا من النجوم الثابتة يبعد بمسافة كبيرة جداً بحيث يصبح من العبث مجرد التفكير في محاولة الوصول إليه.

وعلى الرغم من أن وجهات نظر المشتغلين في هذا الفرع من العلوم قد تختلف في تفاصيل معينة، فقد يختلفون مثلا في الشكل الذي يجب أن تكون عليه محطة الفضاء، وقد يشتد بينهم الجدل حول الضغط الواقع على مكان الاشتعال، أو حول موضوع نسبة الكتلة، أو حول الموضوعات الطبيعة، وقد يكون لكل منهم فكرته الخاصة بالرحلات إلى القمر أو المريخ، إلا أنهم جميعاً، ورغم ذلك، متفقين تماما على إمكانية تحقيق المشروع نفسه.

قد يكون لكل منهم وجهة نظر تختلف عن وجهة نظر الآخرين الآخرين، وقد يكون لكل فرد فيهم نظرته الخاصة في كيفية تذليل صعوبة من الصعوبات، إلا أنهم جميعاً يشعرون بأن مجهود الواحد منهم ما هو إلا جزء من مجهود الآخرين. وهم يشعرون جميعاً أنهم في صدد تحقيق مشروع عظيم سوف يعم أثره العالم كله.

# النجوم

في يوم ١٨ فبراير سنة ١٦٠٠ أُحْرِق جيوردانو برونو في روما ،لأنه كان يؤمن بأن هناك مخلوقات حية في عوالم أخرى غير عالمنا الأرضي، ولم يكن برونو هو أول من آمن بوجود حياة في عوالم أخرى ففي القرن الخامس قبل الميلاد أعلن أناجزا كوراس الفيلسوف الإغريقي، أن القمر جسم يكبر في مساحته عن مساحة بلاد الإغريق، وأنه قد يحوي جبالا ووديانا، وأشجارا وسهولا، ورجالا وحيوانات، وظلت فكرة وجود حياة على كواكب أخرى عالقة بأذهان الناس جميعا، ناقشها الفلاسفة وكتب عنها الكتاب واتخذها العلماء موضوعا للبحث والتفكير. واستمر الفلاسفة في مناقشاتهم غير المجدية حول هذا الموضوع، وحاول العلماء إيجاد حقائق جديدة تثبت وجود هذه الحياة الأخرى.. وفي هذه الأثناء نشأت فكرة السفر إلى هذه العوالم البعيدة وبدأت هذه الفكرة في النمو. وساعد علماء الفلك الفلاسفة برصدهم لهذه العوالم. فوجدوا "قنوات" وتغيرات جوية في كوكب المريخ، وأعلنوا أن هناك أجواءاً تحيط بالزهرة وبالمشترى وبزحل، فزاد الإيمان بوجود حياة أخرى على هذه العوالم حتى أن أورسن ويلز كتب تمثيلية للراديو، كان موضوعها يدور حول غزو أهل المريخ للأرض، وفزع من هذه التمثيلية أشخاص كثيرون ممن استمعوا إليها، فقد اعتقدوا وقتئذ أنها حقيقة. وبعد بضعة أعوام من هذا التاريخ حدث هوس عند الناس جميعا مرة أخرى حول هذه "الأطباق الطائرة" واهتمت الجموع بأمرها، فكتبت عنها الجرائد على صفحاتها الأولى، ولم تكتف بذلك بل كتبت أيضاً عن سكان هذه العوالم الأخرى الذين وصلوا إلى الأرض في سفنهم الغريبة، ليزوروا أهل الأرض، وكتبوا عن أقمار المريخ، فقالوا إنها توابع صناعية من صنع سكان كانوا يقطنون

هذا الكوكب في وقت من الأوقات.

### الحياة: أهم حلقة من سلسلة أبحاث الفضاء:

لقد علم الإنسان أن كوكبه الذي يعيش فيه ما هو إلا ذرة غبار في الكون وعرف أن بجانب كوكبه (الأرض) يوجد عشرات بل ملايين من كواكب غيرها فهل من المعقول أن كل هذه الكواكب قاحلة لا حياة فيها؟ وهل من المعقول أن هذا الكون الشاسع الفسيح هو للإنسان وحده؟

لقد آمن الإنسان بوجود حياة أخرى في عوالم أخرى، غير عابئ بأي تقاليد أو تعليمات؛ ودأب الفلكيون في دراسة نظم الأجرام السماوية بواسطة مناظيرهم، ووضعوا لها خرائط كثيرة، والتقطوا عدداً وفيراً من الصور الفوتوغرافية للمريخ والمشترى والزهرة وغيرها من الكواكب، وحاولوا تحديد درجات الحرارة التي توجد على المريخ الكوكب المجاور ورصدوا سحبه وهي تعبر سطحه وشاهدوا الجليد وهو يذوب في مناطقه القطبية، وتجادلوا في هذه العلامات السوداء الرفيعة.. (القنوات).. التي تظهر أحيانا على سطحه.. وعلى كل حال فقد أصبحت هذه الحقائق وهذه الأرقام هي شغلهم الشاغل.. ثم جاء الكتّاب فأخذوا هذه الحقائق منهم ووضعوا عنها كتبا مبسطة يفهمها عامة الشعب، فاتخذوا بدورهم منها موضوعات للمناقشة والمجادلة... وأصبح الكل يتكلم عنها ويهتم بأمرها... ومع ذلك فلا يزال البعض منا يقول: "ولِمَ كل هذا الاهتمام بأمر سكان هذه العوالم الأخرى؟.. ما لنا وما لهم؟.. ألا يكفينا الأرض وما عليها..؟" واهتم الفلاسفة والمفكرون بهذا الموضوع وتخيلوا هذه العوالم بأنها أماكن السعادة البشرية ومثوى الكمال.

إن موضوع الحياة في العوالم الأخرى هو أعظم فصل مثير من فصول الكون كله.. وهو موضوع لا يمكن للفلكي وحده أن يبحثه أو يعطي رأيه فيه، بدون

مساعدة عالم الأحياء وعالم الكيمياء وخبراء الجو والأطباء... إن العالم الفلكي لا يستطيع إلا المساهمة في إعطاء معلومات معينة عن هذا الموضوع، وهو إن فعل هذا فهو يبدي رأيه بكل حذر، لأنه يعلم أنه ليس خبيراً بعلم الأحياء أو بعلم وظائف الأعضاء وهو يعلم أيضاً أنه إن صدرت عنه هفوة أو غلطة، فإن العلماء الآخرين لن يغفروا له غلطته، ولسوف يهاجمونه هجوماً عنيفاً.. لهذا كله يؤثر الفلكي ألا يفوه بشيء إزاء هذا الموضوع.

**لا يوجد منظار بالقوة الكافية:**

إن أقرب مسافة بيننا وبين المريخ هي **٣٥** مليون ميل، وقد تصل هذه المسافة في وقت آخر إلى **٢٤٨** مليون ميل أما ضوئه فلا يصل إلينا إلا بعد أن يمر أولا خلال الطبقة الجوية الرفيعة التي تحيط به فتؤثر عليه، ويمر، أخيراً بالطبقة الجوية التي تحيط بنا فتؤثر عليه مرة أخرى.

على أية حال فالمريخ لن يظهر لنا حتى في أنسب الأحوال، وباستخدام أقوى المناظير أكثر من قرص صغيرة أحمر يصعب على العين، التي لم تعتاد على الرصد من قبل، أن تميز به أية تفصيلات. أما قنواته المشهورة فهي ليست أكثر من خطوط رفيعة جداً وباهتة جداً لم يشاهدها إلا الخبراء الذين تمرنوا على أعمال الرصد لمدة سنوات عديدة.. وحتى هؤلاء الخبراء فلم يلاحظوها إلا في أوقات نادرة.

والحال نفسه مع الكواكب الأخرى فكوكب الزهرة يقترب من الأرض أكثر من اقتراب المريخ منها فأصغر مسافة تفصلنا عنه هي **٢٥** مليون ميل ومع ذلك لا يمكننا رؤيته، ذلك لأن سطحه المواجه لنا يكون حينئذ مظلما معتما.. فإذا ما انتظرنا فترة قصيرة من الزمن.. حتى يبعد قليلا عن الأرض، ظهر لنا في صورة هلال رفيع– ولكن هذا لن يفيدنا كثيراً، ولن نستطيع أن نميز

معالم سطحه- حتى ولو رأيناه قرصا كاملا مضيئا- وحتى لو كان أقرب إلينا بعشرة ملايين من الأميال.. ويرجع ذلك في الواقع إلى الغلاف الجوي الكثيف الذي يحيط بهذا الكوكب.

أما كوكب المشترى فليس من العسير على الفلكي أن يحصل على صورة طيفه، ولكن هذا لن يفيده كثيراً أيضاً، فصورة طيفه هي نفسها صورة طيف الشمس ذلك لأن الكواكب لا تشع بذاتها- كل ما هنالك أن في مقدورها أن تعكس أشعة الشمس- وإذا ما حدث واختلفت صورة طيف أحد الكواكب عن صورة طيف الشمس اختلافا طفيفا، فإنه يرجع لوجود طبقة جوية محيطة بالكوكب المرصود، فتدلنا على المكونات الكيماوية لجو هذا الكوكب.

كذلك يمكننا قياس درجات الحرارة لبعض الأماكن من الزهرة والمشترى وزحل، وذلك بواسطة جهاز حساس للغاية يعرف باسم بولوميتر، أما درجة حرارة سطح هذه الكواكب فهذا ما لم نتوصل إليه بعد، وذلك لأن كل ما نستطيع رؤيته من كواكب المجموعة الشمسية، عدا المريخ وعطارد، هي الحدود العليا لطبقات الجو التي تحيط بها. وهي سحب وأبخرة تسبح على ارتفاعات كبيرة من أسطح هذه الكواكب.

وهكذا يلاقي الفلكي صعوبات جمة لا يمكنه تذليلها ولو بأحدث الأجهزة وكل حقيقة وكل رقم جديد يحصل عليه لكوكب من الكواكب إنما هو في الواقع نتيجة لمجهود شاق وملاحظات دقيقة وآلاف من الأرصدة والحسابات.. فإذا ما نجح الفلكي مثلا في تحديد فترة دوران كوكب مثل المشترى، (٩ ساعات و٥٥ دقيقة)، فإنه في الحقيقة لم يحدد سوى فترة دوران هذه الطبقات العليا من جوه- أما لتحديد فترة دوران كوكب المشترى نفسه فعليه أن يبحث عن طرق أخرى جديدة.

**كيمياء الحياة:**

من أجل هذا.. يجب علينا أولا أن نبحث عن مستلزمات الحياة.. ولنبدأ بالكربون، هذا "العنصر العجيب" من عناصر الكيمياء العضوية الذي يعتبر عنصر أساسي للمخلوقات الحية جميعها.. فلم نلتق بعد بأي جسم حي لا يدخل في تركيبه الكربون بصورة من الصور.

ويخبرنا الكيماوي أن هذا يرجع في الواقع إلى قابلية جزيئات الكربون الشديدة للتفاعل والاتحاد مع الجزيئات الأخرى.

يمكن إرجاع جميع مكونات أجسامنا إلى بضعة عناصر محدودة من الـ **٩٢** عنصر المعروفة. كذلك يمكننا أن نجمع العناصر المختلفة لنكوّن منها مركبا من الـ **٤٠٠٠٠٠** مركب من المركبات الكيماوية التي توجد على الأرض. على أن ذرات بعض العناصر يمكنها أن تتحد بسهولة مع ذرات نفس العنصر أو ذرات عنصر آخر، وهناك ذرات عناصر أخرى لا تتحد مطلقاً مع ذرات عنصر آخر، وهناك ذرات تتحد ببعض ذرات عناصر أخرى بصعوبة.. وهكذا..

فإذا ما اتحدت ذرتان من الإيدروجين مع ذرة من الأوكسجين وتكررت. هذه العملية ملايين عديدة من المرات، استطعنا أن نحصل كوب واحد من الماء المقطر، أي ماء على أحسن درجة من النقاوة.. فإذا ما أضفنا إليه ملايينًا أخرى من ذرات الكربون والأزوت والكالسيوم.. الخ.. حصلنا على ماء عادي.

كذلك يمكن لذرتين من الإيدروجين أن تتحد مع ذرة كلور لتعطي جزيئاً من حامض الأيدروكلوريك– وإذا ما اتحد الصوديوم مع الإيدروجين مع الأوكسجين نتج عن ذلك الصودا الكاوية– فإذا ما فصلنا الصوديوم عن الصودا الكاوية، والكلور عن حامض الأيدروكلوريك، واتحد الصوديوم مع

الكلور، نتج عن ذلك كلوريد الصوديوم وهو ملح الطعام العادي– وإذا ما اتحد الباقي أي الايدروكسيد من الصودا الكاوية مع الأيدروجين من الحامض نتج عن ذلك ماء.

وللكيماوي طريقته الخاصة لكتابة هذه العمليات، وهي طريقة أشبه ما تكون بعمليات الاختزال، فهو يرمز إلى كل عنصر بحرفه الأول أو حرفيه الأولين من اسمه.. وإذا ما ظهرت ذرة عنصر من العناصر مرتين في عملية كيماوية وضع بعد الحرف الذي يرمز إليه رقم "٢" وهكذا.... وبذلك يستطيع الكيماوي أن يكتب أعقد العمليات الكيماوية بمنتهى السهولة والوضوح.

فرمز الإيدروجين هو "يد" والأوكسجين "أ" والكلور "كل" والصوديوم "ص"، وعلى هذا يمكن كتابة عملية تحويل الصودا الكاوية وحامض الايدروكلوريك إلى ملح الطعام بالصورة الآتية:

يد كل + ص أ يد = يد$_{٢}$ أ + ص كل

قد يتساءل القارئ وما دخل هذا كله في حديثنا عن الحياة، وعما إذا كانت توجد على الكواكب الأخرى أم لا؟..

الواقع أنه يهمنا أمران، الأول: هو أن القوانين التي تتبعها كل هذه العمليات الكيماوية هي قوانين عالمية، أو بمعنى أن الماء يتركب من ذرتين من الايدروجين مع ذرة من الأوكسجين سواء كان ذلك على الأرض أم على المريخ أم على زحل أم على مسافة تبعد بمقدار ٥٠٠ مليون سنة ضوئية.. ولن يلزم في أي مكان من الكون أن نجعل مثلا ثلاث ذرات من الايدروجين تتحد مع ذرة أوكسجين لنحصل على جزئ واحد من الماء– وهذا صحيح أيضاً بالنسبة إلى قوانين الكيمياء العضوية– أما الأمر الثاني: فهو أن الجزيئات قد تتكون من

مجموعة كبيرة من العناصر، ولكن عنصر الكربون هو العنصر الوحيد الذي يمكنه أن ينتج سلسلة طويلة من الاتحادات بين مئات أو آلاف الذرات، لتكون جزئ واحد.. وهذا ما نسميه بالكيمياء العضوية.

ولكن لماذا يلعب الكربون "ك" دوراً هاماً في تكوين هذه المركبات الحية؟..

لقد ذكرنا أن إحدى مستلزمات الحياة هي القدرة على امتصاص الطعام والقدرة على تحويل المواد، وتعتبر هاتان العمليتان مصدر نشاط المخلوقات الحية جميعها.. ونعرف أيضاً أن كل عملية كيماوية، مهما كانت، تكون دائماً مصحوبة بطاقة.. فهي إما تلزمها طاقة لكي تتم، أو ينشأ عنها طاقة عند إتمامها.

أما مصدر الطاقة عند الإنسان فهو ما يأكله وما يتنفسه وتظهر هذه الطاقة في صور عديدة منها قدرته على الكلام وعلى المشي وعلى الضحك وعلى البكاء.. أو بعبارة أخرى قدرته على الحياة..ونعود مرة أخرى لنقول إن الكربون هو العنصر الوحيد الذي يساعد على إتمام هذه العمليات المتسلسلة من التفاعلات المعقدة التي تحدث بالجزيئات. فإمكانيات الكربون كثيرة ومتعددة.. ولذرته أربعة أذرع يمكن لذراع أو اثنين منها أن تتحد مع ذرات من الإيدروجين والأوكسجين، فتكوّن حلقات طويلة جداً من الذرات المختلفة، وتكوّن في مجموعها أشكالا غريبة معقدة. فهيدرات الكربون هي فرع من فروع الكيمياء العضوية– وتتركب من سلسلة طويلة من ذرات للكربون التحقت بها ذرات إيدروجين وأوكسجين.. والبروتونات والدهون عامة هي مثل من هذه الأمثلة..

أما الطاقة التي تظهر من الأجسام الحية فتحدث نتيجة لتفاعلات كيماوية معقدة، وفيها تتحلل مواد كيماوية مثل الجليكوز $ك_{٦}$ $يد_{١٢}$ $أ_{٦}$ ويحدث هذا

للإنسان والحيوان والنبات والبكتريا نتيجة "احتراق". فالإنسان وكثير من الحيوانات تمتص طعامها الذي يحتوي على لوازن هذه الطاقة، وتتنفس الهواء الذي يحتوي على أوكسجين ثم يحترق الطعام مع الأوكسجين بداخل جسمه فتنطلق طاقة من هذا الاحتراق.

أما النبات فهو لا يعتمد على الهواء للحصول منه على أوكسجين الاحتراق، فحسب بل يتخذه مصدراً لطعامه أيضاً.. فهو يمتص منه ثاني أوكسيد الكربون ليحوله إلى هيدرات الكربون بواسطة الماء الذي يختزنه، وهي عملية كيماوية تحتاج إلى طاقة لكي تتم، ويحصل عليها النبات من أشعة الشمس- أما كيف يستطيع النبات أن يحول ثاني أوكسيد الكربون والماء وضوء الشمس إلى مواد عضوية (هي مواد كربونية غاية في التعقيد) فهذا ما لم نعرفه بعد، ولكننا نعرف أن هناك مادة توجد في النبات تلعب دوراً هاماً لإتمام هذه العملية.. وهي المادة التي تكسب النبات لوناً أخضراً وتسمى بمادة الكلورفيل.

ونعرف أيضاً أن هناك بعض النباتات والبكتريا لا تعتمد على هذه المادة لإتمام هذه العملية إنما تعتمد على مادة أخرى ذات لون أحمر، وعلى أية حال ففي أثناء هذه العملية تُخرج النباتات كمية من الأوكسجين أكبر من الكمية التي أخذتها من الهواء أثناء التنفس- أي أن النباتات يمكنها أن تعيش في جو لا يوجد به أوكسجين، ولكن يحتوي على غاز ثاني أوكسيد الكربون.. وذلك لأن الأخير به من الأوكسجين أكثر مما يلزم لحياة النبات.

أما في الظلام، حين تختفي أشعة الشمس، وحين تتوقف عملية التمثيل في النبات وتتوقف بذلك عملية إخراج الأوكسجين.. فالنبات لا يموت.. بل تحدث عمليات أخرى كيماوية بداخل النبات نفسه.. عمليات "تنفس بين الجزيئات" وفيها ينقسم مركب من سكر الجليكوز إلى مجموعتين، كل مجموعة تتكون من

جزيئين، أحدهما هو أثيل الكحول والآخر هو ثاني أوكسيد الكربون.. ويمكن كتابة هذه العملية بالصورة الآتية:

$$ك_{٦} يد_{١٢} أ_{٦} = ٢ك_{٢} يد_{٦} أ + ٢ك أ_{٢}$$

وينتج من هذه التفاعلات الكيماوية كمية من الطاقة تكفي للحاجة المطلوبة، ولو أنها أقل من الكمية التي تنتج أثناء عملية التمثيل الكلوروفيلي. وليست عملية "التنفس بين الجزئيات" هذه قاصرة على النباتات فقط، إنما تحدث أيضاً في أنواع مختلفة من البكتريا والديدان الطفيلية كل هذه الأمثلة تدلنا على أن الطبيعة حرصت دائماً على استمرار الحياة في المخلوقات حتى ولو لم تستطع هذه المخلوقات أن تحصل على الأوكسجين من الهواء أو من مصادر تحيط بها.

ومع ذلك فهل الكربون حقاً هو العنصر الوحيد الذي يلزم لاستمرار الحياة في المخلوقات؟ وهل هناك عنصر آخر يمكنه أن يحل محل الكربون من أجل الغرض نفسه؟

لقد اعتقد بعض العلماء، منذ زمن قديم أنهم وجدوا في عنصر السيلكيون بديلا للكربون، كضرورة من ضروريات استمرار الحياة. ووجدوا أن السيليكون له مقدرة كبيرة على تكوين مجموعات كبيرة من الذرات، ولو أنه أضعف في هذا الشأن من الكربون.. ولكنهم فشلوا في إيجاد أي نوع من أنواع الحياة يعتمد في بقائه على السيليكون كأساس لاستمرار الحياة.

على أن هذا لا يعني مطلقاً أنه لا يمكن أن يوجد هذا النوع من الحياة.. إذ يجب علينا أن نعرف أن الحياة، وصورها المتعددة تتوقف كلية على الأحوال والظروف التي توجد على الكوكب الحي (أي الكوكب الذي توجد به حياة)

فظروف الأرض مثلا وأحوالها الجوية وخلافه.. تلائم هذا النوع من الحياة الذي يعتمد في تكوينه الأساسي على عنصر الكربون- وهذا ما نجده في أنفسنا- أما على عطارد وحيث تكون درجات الحرارة مرتفعة ارتفاعاً شديداً، لا يمكن للخلايا الحية الكربونية أن تعيش به- ومع ذلك فقد تكون الطبيعة هناك قد أخذت طريقا لإظهار الحياة على هذا الكوكب مخالفاً للطريق الذي سلكته على الأرض، وربما كان اعتمادها على السيليكون مثلا كعنصر أساسي لهذه الحياة. ومع ذلك أيضاً فقد تكون هذه المعتقدات كلها لا أساس لها من الصحة.. فقد أعلن الدكتور هانز شمدت رأيه في هذا الموضوع فقال إن السيليكون لا يمكنه أن يكوّن في اتحاداته الكيماوية مركبات ذات تركيب ضخم كبير إلا إذا كان الكربون نفسه داخلا في هذه السلسلة من الاتحادات.

### الشموس التي لا تسكن:

إن المخلوقات الحية، سواء كانت من نوع الفيروس، أو من نوع الحيوانات الدنيئة ذات الخلية الواحدة، أو من نوع الإنسان الراقي المعقد التركيب، تشترك كلها في تركيب كيماوي واحد. ولولا هذا التركيب لما أمكن لهذه المخلوقات أن تؤدي وظيفتها من التفاعلات الكيماوية المعقدة، أو بمعنى آخر لما أمكنها أن تعيش من أجل هذا نجد أن الحياة لا توجد إلا في ظروف محددة.

وقد علمتنا التجارب والخبرة أن المخلوقات الحية- على الأقل مخلوقات النوع الراقي- هي مخلوقات شديدة الحساسية بالحرارة، فيرقات الحشرات مثلا تموت في الماء إذا ما وصلت درجة حرارته إلى ٥٠°م، وخلايا النبات عامة تموت إذا ما وصلت درجة الحرارة إلى ٤٥°م، ولا يشذ عن هذه القاعدة إلا بعض النباتات التي قد تعيش في درجة ٦٣°م، والطحلب الذي يحتمل درجة من الحرارة قد تصل إلى ٩٠°م، والبكتريا التي قد تعيش في درجة ٣٠٠°م-

على أية حال فنستطيع أن نقول إن الأنواع الراقية من المخلوقات الحية لا يمكنها أن تعيش في درجة حرارة أعلى من ٦٥°م أو ٧٠°م. (١٥٠ أو ١٦٠°ف). وهناك أنواع من المخلوقات يمكنها أن تحتمل برودة شديدة، وإذا ما صرفنا النظر عن هذه الأنواع المختلفة من البكتريا، التي تستطيع أن تحتمل درجة حرارة قد تصل إلى ٢٧٠°م، نجد أن أكثر المخلوقات احتمالا لدرجات الحرارة المنخفضة هي الثعابين (–١٢٠°م)، وأم الأربع وأربعين (–٥٠°م)، والضفادع (–٢٨°م). وهناك نوع أو نوعان من الأشجار توجد في المناطق القطبية، تستطيع أن تحتمل درجة من الحرارة قد تصل إلى ٦٠° تحت الصفر . على أية حال يمكننا أن نقول إن المخلوقات الدنيئة تستطيع أن تعيش في درجات من الحرارة تتغير من أقصاها إلى أدناها بمقدار ٦٠٠°م– وإن المخلوقات الراقية تعيش في درجات من الحرارة تتغير بمقدار ١٠٠°م (أي بين ٨٠°، ٢٠°). على أن درجات الحرارة المناسبة ليست هي كل شيء بالنسبة إلى الحياة.. إذ يجب على الجرم السماوي أيضاً أن يكون محتوياً على مصادر من المواد التي تتطلبها الأعضاء الحية من أجل بقائها، وإلا لما أصبح مأوى للحياة بأي شكل من الأشكال.

و ليس من الضروري أن يكون به هواء يحتوي على غاز الأوكسجين.. فالنبات يكفيه وجود ضوء للشمس ليعيش، وهناك أيضاً أنواع أخرى من الحياة يمكنها أن تعيش عن طريق التنفس الذي يحدث فيما بين الجزيئات وحتى الأنواع الراقية من المخلوقات الحية قد تعيش في مثل هذا الجو الخالي من الأوكسجين.. فليس معنى أننا لا نعرف عن نوع منها يمكنه أن يوجد بدون أوكسجين الهواء أن هذا قد أصبح لازمة من لوازم حياة هذه الأنواع.. فالحياة قد تسلك طريقاً مخالفاً للطريق الذي سلكته حياة الأرض إذا ما وجدت في ظروف وأحوال غير

ظروف وأحوال الأرض.. فمثلا قد تسلك الطبيعة طريق التنفس الجزيئي لإيجاد هذه الأنواع الراقية إذا لزم الحال.

أما عن المواد الأخرى التي تتطلبها الأعضاء الحية.. نجد أن الماء يلعب دوراً هاماً في هذا الشأن.. فهي مادة فريدة في نوعها لكونها المادة الأساسية لإذابة المركبات الحية، وهي كذلك أهم وسيط يساعد على إتمام العمليات الكيماوية بانتظام وتجانس ومع ذلك فالماء مادة فريدة لأن الظروف التي توجد على الأرض ساعدته على ذلك، وقد يحل محله مادة أو مواد أخرى لها نفس الخواص التي توجد للماء، لو أن هناك ظروف أخرى غير ظروف الأرض.

فالنشادر وثاني أوكسيد الكبريت (وهما مركبان يوجدان على الأرض بشكل غازات) قد يستعاض بإحداها عن الماء كمادة أساسية لإذابة مواد المركبات الحية، وذلك على كوكب أو كواكب شديدة البرودة، ولأن النشادر يتبخر عند درجة -٣٣°م (تحت الضغط الجوي الأرضي) وثاني أوكسيد الكبريت يتبخر عند -١٠°م كذلك، وخلاصة القول إن الحياة على الأرض لا تعتمد على إحدى هاتين المادتين كمادة مذيبة أساسية لأن الظروف والأحوال الموجودة بها لا تسمح بذلك.

ولننتقل الآن إلى موضوع آخر.. موضوع الضغط الذي تستطيع أن تحتمله المخلوقات الحية. ويظهر أنه ليس هناك حد أقصى أو أدنى للضغط الذي تستطيع أن تحتمله هذه المخلوقات الحية فهناك أنواع عديدة من الحياة، تظهر في قاع البحر حيث يصل الضغط إلى أضعاف مضاعفة من الضغط الجوي العادي كل ما هنالك أن الضغط الذي يوجد بداخل هذه المخلوقات الحية يجب أن يعادل ضغط الماء المحيط بها، وإلا لما أمكنها أن تحتمله. والحال نفسه مع الضغط الخفيف، فعلى الرغم من أن الإنسان قد يجد صعوبة في التنفس

عندما تخف كثافة الهواء إلا أن هناك أنواع من الحياة يمكنها أن تعيش على ارتفاعات عالية. وعلى ذلك فإذا ما وجد مثلا كوكب من الكواكب لا يحتوي إلا على طبقة رقيقة من الجو فلن يعني هذا أن الحياة هناك لا يمكن أن توجد بصورة من الصور، فقد توجد نباتات غالباً ما تكون شكلت نفسها بشكل يناسب هذه الظروف المحيطة بها.

ويلعب جو الأرض دوراً هاماً في حماية المخلوقات الحية (بما فيها الإنسان). فهو يحمينا من أشعة الشمس فوق البنفسجية وأشعة "س" والأشعة الكونية التي تصدر من الكون وكذلك يحمينا من كل النيازك ما عدا الكبير منها وعلى الرغم من أن الاعتقاد السائد هو أن الإنسان أو المخلوق الحي، إذا ما عُرض لهذه الإشعاعات المختلفة، يصيبه الهلاك، إلا أنه لا يوجد برهان أكيد يثبت أن الشخص لا يمكنه أن يتشكل بصورة خاصة تحميه من هذه الأشعة. فهناك أشخاص يمكنهم أن يتحملوا الشمس ووهجها الشديد لمدة ساعات طويلة بدون أن يصابوا بأي أذى، لا لشيء إلا لأنهم اعتادوا عليها ويوجد آخرين قد تؤثر الشمس فيهم ولو تعرضوا لها لمدة ١٠ دقائق فقط (على الأقل قد تحمر بشرتهم) على أية حال فسوف يلقي مشروع السفر في الفضاء ضوءاً جديداً على كل هذه المسائل.

بقى موضوع أخير.. هو أثر جاذبية الكواكب على المخلوقات الحية، (نقول الكواكب لأننا اعتبرنا أن النجوم الثابتة لا يمكن أن توجد بها حياة) لقد ذكرنا من قبل أن الجاذبية هي خاصة من خواص الأجسام كلها.. وتتوقف شدتها كلية على كتلة هذا الجسم.. فإذا ما وجدت حياة على كوكب من الكواكب فإن سكانها سوف تتشكل أجسامهم بأشكال تناسب شدة الجاذبية التي يمتلكها هذا الكوكب.. وكلما زادت شدة الجاذبية صغرت أحجام هذه الأجسام.

من هذا كله.. نستطيع أن نلخص ما سبق فنقول إن الحياة قد توجد تحت ظروف مختلفة.. فالمخلوقات الحية تحتمل ضغوطاً ودرجات من الحرارة متفاوتة تفاوتاً كبيراً.. والأوكسجين ليست مادة ضرورية لها، بل وقد تستمر الحياة في بعض الأحوال بدون الضوء كذلك ويمكن لبعض المخلوقات أن تستعيض بمادة أخرى بدلا من الماء، بحيث تكون لهذه المادة نفس خواص الماء– وأخيراً تتشكل هذه المخلوقات بصورة خاصة لتلائم حالة الجاذبية الموجودة بالكوكب الذي تعيش فيه.

**القمر.. متحف كوني:**

إن القمر هو أقرب جار إلينا في الفضاء، وإن عملية اكتشاف سطحه بواسطة المناظير لهي عملية ذات مكانة كبيرة في علم الفلك. إن أحداً من الأشخاص الذين رصدوا محاق القمر لم يخب أمله أبداً.. فقد رأى ما كان يتوق إليه وحينئذ ينسى الراصد كل ما هو حوله على الأرض، ويرى أمامه جبال القمر، وشقوقه، وفوهات براكينه، وطفوحها السائلة على سهول القمر..

إن أحسن الرسومات والصور الفوتوغرافية لا يمكن أن تؤثر نفس التأثير حين رؤية هذا كله خلال المنظار، وإن أصقاع القمر المضيئة تظهر واضحة جلية تدخل الروعة في النفوس. فكل شيء يظهر بوضوح، تام فهي تظهر إما ساطعة تحت ضوء الشموس، وإما مظلمة معتمة سوداء. وهناك مئات من أشكال دائرية أُعطى لها اسم "البراكين" وهو اسم غير صحيح. وتظهر ظلال هذه البراكين وتصبح مساحاتها (أي الظلال) كبيرة كلما كانت قريبة من الحد الفاصل (وهو الحد الفاصل بين النصف المظلم والنصف المنير من القمر). وقمرنا هذا جسم غير مضيء ولكنه يسطع نتيجة لانعكاس أشعة الشمس عليه. ومن عند الأماكن التي توجد عند الحد الفاصل تظهر عندها الشمس وهي تشرق (إذا

كان الجزء الساطع من القمر يكبر) أو تظهر عندها وهي تغرب (إذا كان الجزء الساطع من القمر يصغر)، أي تظهر الشمس من هذه الأماكن منخفضة عند الأفق (القمري)، ولهذا تشغل ظلال الجبال مساحات كبيرة.

لقد رُصد القمر بواسطة المناظير لمئات عديدة من السنين، ورسمت خرائط كثيرة لوجهه، وأخذت له صور فوتوغرافية لا حصر لها، وحددت جميع ملامحه ورسمت بمقاييس تتناسب وأحجامها. بل وأعطيت أسماء لهذه الملامح والمعالم، كبيرة كانت أم صغيرة وأطلق على سهوله الشاسعة المعتمة اسم "بحار"، وهي التي تخيلها الإنسان بصور عديدة، ووضع حولها الأساطير المختلفة. فقد اعتقدوا أنها مساحات من ماء، والحقيقة أنها ليست بحاراً على الإطلاق، بدليل أننا لم نستطع في أي وقت من الأوقات، أن نشاهد انعكاس أشعة الشمس على هذه "المياه".. بل ولا يمكن للمياه أن توجد على القمر بكميات كبيرة، لأنها إن وجدت لتبخرت نتيجة للحرارة الكبيرة أثناء النهار.. (طول نهار القمر أطول بمقدار ١٤ مرة من طول نهار الأرض).. بل ولارتفعت جزيئات الماء المتبخر بعيداً عن سطح القمر ولهربت إلى الفضاء، وذلك لأن شدة جاذبية القمر ضعيفة، ولأن سرعة الإفلات منه تساوي ١.٥ ميل في الثانية فقط، ولأن جزيئات الماء المتبخر، عندما تكون درجة حرارتها ١٣٠°م، تتحرك بسرعة ٠.٤٥ ميل في الثانية... كذلك يمكننا أن نثبت حسابياً أن الكوكب أو الجرم لا يمكن أن يحتفظ بجوه إلا إذا كان متوسط سرعة غازات هذا الجو أقل من $\frac{1}{4}$ سرعة الإفلات من الكوكب نفسه- وليس هذا هو الحال مع جزيئات بخار الماء- وعلى هذا فالقمر لا يستطيع أن يحتفظ لنفسه بجو يحتوي على غاز أخف في وزنه من بخار الماء، فذرات الإيدروجين والهليوم والأوكسجين والأزوت مثلا تتحرك بسرعة أكبر من جزيئات بخار الماء إذا كانت لها نفس درجة

الحرارة.. لذلك نجد أن القمر لا يمكنه أن يحتفظ إلا بالغازات الثقيلة كثاني أوكسيد الكربون... على أن هذه الغازات الثقيلة ليست موجودة أيضاً هناك، لأن القمر مرّ بفترة كانت درجة حرارته أشد كثيراً مما هي عليه الآن، ولكانت هذه الغازات قد هربت في هذا الوقت.

وهناك دلائل عديدة تُثبت أن القمر لا يوجد به هواء. فالشخص منا مثلا إذا اختبر طيف القمر، وجده مطابقاً تماماً لطيف الشمس على خلاف ما يحدث لو أن بالقمر هواء، ففي تلك الحالة يختلف طيفه اختلافاً طفيفاً عن طيف الشمس، نتيجة لتأثير هذه الطبقة على أشعة الشمس حين مرورها فيه، لأن الهواء من شأنه أن يمتص من أشعة الشمس أشعة لموجاتها أطوال معينة، وبذلك لا تظهر في طيف القمر.

ويحدث في بعض الأحيان أثناء حركة القمر حول الأرض، أن يمر القمر بين الأرض وبين نجم من النجوم. فيختفي النجم من ورائه (تعرف هذه الظاهرة بالاستتار) وحينئذ نشاهد منظراً غريباً حقاً، فبينما كنا نرى النجم يلمع لمعاناً براقاً نجده يختفي فجأة، وبدون أن يحدث أي تغيير في لونه، أو في شدة لمعانه، خصوصاً إذا ما اختفى هذا النجم خلف الجزء المظلم من القمر أما إذا كانت هناك طبقة جوية، فلن يحدث هذا التغيير المفاجئ في لمعان القمر، ولخفت شدة لمعان النجم أثناء مروره من وراء هذه الطبقة الجوية.

كذلك يدل الهبوط المفاجئ في درجة حرارة القمر حينما يحدث كسوف له، أنه لا يحتوي على طبقة جوية (يحدث الكسوف حينما يصبح القمر والأرض والشمس في خط مستقيم، بحيث تتوسطهما الأرض فتمنع أشعة الشمس من الوصول إلى القمر) .. ففي أثناء الفترة التي تسبق الكسوف نجد أن درجة حرارة صخور القمر عند خط استوائه تعادل أكثر من (١٢٠°م) فإذا ما حدث

الكسوف وانحجبت أشعة الشمس عنه، وظللت الأرض سطح القمر وجدنا أن درجة حرارته تهبط بعد ساعة واحدة بمقدار يتراوح بين (١٥٠°م) و(٢٠٠°م). (أي من ١٢٠°م إلى ٨٠°م تحت الصفر) ولا يمكن حدوث هذا إلا إذا كان خال من طبقة هوائية.

وهناك دليل آخر على ذلك فبعد حلول الظلام على القمر تنخفض درجة حرارة سطحه إلى (١٠°م) وتستمر بعد ذلك في الانخفاض حتى تصل إلى (٩٠°م) في نهاية فترة الظلام، وهي فترة تستمر لمدة أسبوعين أرضيين، ولا يمكن لمثل هذه التغيرات أن تحدث لو كان هناك جو يحيط به فالهواء يساعد في تلطيف درجات الحرارة فهو في أثناء النهار يعزلنا بعض الشيء عن حرارة الشمس الشديدة، وفي أثناء الليل يحتفظ بحرارة النهار من التسرب. وهكذا ويظهر ذلك بوضوح في المناطق الجبلية العليا حيث نجد أن الفرق بين حرارة النهار والليل أكثر منها في المناطق الواطئة.

كذلك ليس من المحتمل أن يكون القمر قد احتفظ منذ قديم الزمان ببعض الغازات في قاع الشقوق العميقة التي توجد في سطحه، وهي شقوق قد يصل عرضها في بعض المناطق إلى ٢٠٠ أو ٢٥٠ قدما، أما عمقها فلم نستطع تحديده بعد.. وتمتد هذه الشقوق على سطح القمر لمئات من الأميال، فهي توجد أحياناً في صورة خطوط مستقيمة، وأحياناً تأخذ أشكالا دائرية حتى ولو كانت تمر خلال الجبال أو البراكين. وتظهر جبال القمر واضحة جلية خلال المناظير.. وهي جبال مسننة لم يؤثر فيها الجو وتقلباته، فاحتفظت بأشكالها كما هي وقد يرتفع كثير من هذه الجبال إلى أكثر من ٢٥٠٠٠ قدما، وأُطلق عليها أسماء جبال أرضية كجبال الألب والقوقاز وغيرها..

* * *

إننا لا نعرف بالضبط عن طبيعة صخور القمر ولكن ثبت من الأرصدة العديدة أن القمر يتكون غالباً إما من الحجر الخفاف أو من بعض أنواع الطفوح البركانية السائلة. كذلك يعتقد العلماء أن الجزء الأكبر من سطح القمر يغطيه طبقة من غبار رفيع نتج عن عمليتا التقلص والتمدد التي حدثت لطبقة القمر الصخرية بسبب التغيرات الفجائية في درجات الحرارة.

وقطر القمر= ٢١٥٨ ميلا، أي أن مساحة سطحه الكلية= حوالي $\frac{1}{5}$ الجزء اليابس من سطح الأرض- ويجب علينا أن نتذكر دائماً أننا لا نستطيع في الواقع إلا رؤية نصف وجه القمر- وهو النصف الذي يواجه الأرض- فمهما كان موضع القمر بالنسبة إلى الأرض يظل هذا الجزء مواجهاً لنا دائماً- وعلى هذا فلا يمكننا رؤية أكثر من ٥٠% من سطحه- أو إذا أردنا الدقة لا يمكننا رؤية أكثر من ٦٠% منه، وذلك لأننا نستطيع في بعض الأحيان أن نشاهد أجزاءاً من حوله. وكان الاعتقاد السائد في وقت من الأوقات أن النصف الآخر من القمر لا يشابه النصف المرئي منه- لدرجة أن كثيراً من المختصين وغير المختصين في هذا الموضوع تغالوا في خيالهم عن المخلوقات الحية التي قد توجد في هذه المنطقة- أما اليوم فقد أصبح هذا الاعتقاد واه من أساسه، فليس هناك أدنى سبب يجعلنا نفكر في أن هذا الجزء من القمر، الذي لا نستطيع رؤيته، يختلف اختلافاً جوهرياً عن الجزء المشاهد.

* * *

ما الذي سيشاهدونه رجال الأرض عندما يهبطون إلى سطح القمر؟

سوف يهبط هؤلاء الرجال غالباً في صحراء موحشة مكسوة بالرمال، وسوف يرون الجبال من حولهم تشير قممها الحادة إلى السماء، وسوف تظهر

هذه السماء سوداء معتمة تزينها النجوم، حتى في أثناء النهار، وذلك لعدم وجود جو على القمر الذي من شأنه أن ينتشر ضوء الشمس فيتسبب عن ذلك زرقة السماء، كما هو الحال مع أرضنا ولن يوجد هناك سحب بسبب انعدام الهواء أيضاً، بل ولن يوجد صوت كذلك، لأن موجات الصوت تنتج من اصطدام جزيئات الهواء... ولن يجد هؤلاء الأرضيين أي نوع راقي من النباتات الحية. فإذا كان الحظ حليفهم ربما وجدوا بعض علامات تنم على عصر جليدي انقضى عهده، أو بعض ضباب خفيف يرتفع من مكان أو مكانين على السطح. أو نباتات من أنواع دنيئة جداً في بعض أماكن منعزلة على أية حال فهذا ما يعتقده بعض العلماء الذين يزعمون أنهم لاحظوا، أثناء رصدهم للقمر، بعض تغيرات في بعض البراكين والشقوق.

وعلى المسافرين في الفضاء أن يرتدوا ملابسهم الفضائية عند وصولهم إلى القمر إذا ما أرادوا أن يتركوا سفينتهم. وربما كان عليهم أن يقيموا لأنفسهم قاعدة تحت أرض القمر ليمكنهم تجنب التغيرات الكبيرة التي تحدث في درجات الحرارة هناك، فهناك لن تتغير الحرارة كثيراً عن درجة الصفر حتى ولو كانوا تحت سطح القمر بقدم واحد أو قدم ونصف.

ولن تكون مسألة إقامة قاعدة لهم على القمر مسالة هينة، فسوف تقابلهم صعوبات كبيرة نتيجة لطبيعة الأرض الصخرية هناك. ولن يستطيعوا الطواف بالقمر كما يريدون أو يفعلوا كما يشاؤون، فهناك يصبح الخطر من المجهول ماثلا دائماً أما أعينهم. إن القمر شبيه بمتحف فلكي نجد فيه جميع مكونات الأرض سليمة لم تتآكل أو تتغير نتيجة لفعل الهواء. ولن تجد فيه الحياة أي مجال للتقدم.. وعلى الإنسان إذا أراد أن يعيش عليه أن يستخدم كل ما أوتي من علم، ليحمي نفسه، وليتمكن من إنشاء القاعدة وصيانتها التي سوف تأويه.

## عطارد أشد الكواكب حرارة:

ولن يختلف الحال كثيراً، فيما يتعلق بالحياة، على الكوكب عطارد. فعطارد هو أقرب الكواكب إلى الشمس، ويدور حولها في مجال له شكل القطع الناقص، ومتوسط بعده عن الشمس هو ٣٦ مليون ميل فقط- وهو كوكب صغير جداً طول قطره حوالي ٣٠٠٠ ميل وكتلته صغيرة تبلغ حوالي $\frac{4}{100}$ فقط من كتلة الأرض- وليس لهذا الكوكب مقدرة على الاحتفاظ بجو له، ولا حتى بالغازات الخفيفة، وذلك لصغر كتلته ولارتفاع درجة حرارته- وعلى فرض أنه كان يحتوي على غازات، كالأوكسجين أو ثاني أوكسيد الكربون، فمن المؤكد أنه فقدها أيام كان الكوكب ملتهباً وفي حالته السائلة- ولقد فشلت جميع المحاولات التي أجريت حتى الآن وفي البحث عن جو له. على أن شخصاً من الأشخاص المتخصصين في دراسة هذا الكوكب أعلن منذ عهد قريب أنه وجد علامات تثبت وجود طبقة جوية خفيفة سمكها حوالي ٥٠٠٠ قدم فقط وعلى فرض أن ما وجده كان صحيحاً، فإن مثل هذا الجو الخفيف الرقيق، لن يكون له أي أثر ذات قيمة فيما يتعلق بموضوع الحياة. فلن يكون هناك أي تشابه بينه وبين جو الأرض فضغطه البارومتري سوف يصبح حوالي ملليمتر واحد فقط، أي بنسبة $\frac{1}{760}$ من ضغط الهواء الجوي.

ويمر عطارد أحياناً أثناء حركته مثله في ذلك مثل الزهرة بيننا وبين الشمس ويمكننا من هذه المواضع أن نثبت أنه لا يحتوي على طبقة جوية حوله، لأنه لو وجدت لظهرت هذه الطبقة في صورة هالة مضيئة حول كتلة هذا الكوكب المعتم، كما هو الحال مع كوكب الزهرة.

وليست مسألة جوه هي وحدها التي تنقص من احتمال وجود حياة به

فدرجة حرارة سطح عطارد لا يمكن أن تحتملها حياة بصورها المعروفة، فهي تبلغ ما بين ٣٥٠ إلى ٤٠٠°م أثناء النهار.– علاوة على أن عطارد ها له دوران مقيد بمعنى أن وجها واحدا منه يواجه الشمس دائماً.. بالضبط كما هو الحال مع القمر بالنسبة للأرض.. وهذا يعني أن نصف الكوكب يتعرض دائماً لحرارة الشمس المحرقة.. بينما يظل النصف الآخر على حالة شديدة من البرودة.. على أن مجال عطارد كما ذكرنا هو قطع ناقص، لذلك نجد أن $\frac{3}{8}$ ظلاما دائما.. أما الجزء الباقي وهو ٢٥% من سطحه فتظهر الشمس منه إما أعلى من مستوى الأفق أو مختفية من تحته.. وهناك فقط، أي في هذا الشريط الضيق من اليابس، نجد درجات من الحرارة يلائم الحياة.

وقديماً ومنذ عام ١٨٨٩ توصل شيبار يللي ، من رصده لبعض التفصيلات الموجودة على سطحه، إلى أن عطارد له دوران مقيد– والعجيب في أمر هذا الكوكب أننا لم نلاحظ أن درجات الحرارة في منطقتي الغسق والشفق به– أي المنطقة التي توجد على حدود نصف الكرة المنير والنصف المظلم– أي تغير كبير في درجات الحرارة، وهذا ينافي تماماً ما يحدث مع حالات الكواكب المماثلة ذات الحركة المقيدة.. إذ لن تكون التغيرات طفيفة في درجات الحرارة إلا في الكواكب التي تدور حول نفسها بسرعة كبيرة، وليس هذا هو الحال مع عطارد.

وسمي هذا الكوكب على اسم رسول الآلهة عطارد حتى أن كوبرنيكس شكا وهو على فراش الموت من أنه لم يستطع رؤيته أبدا طول مدة حياته. وترجع صعوبة رؤيته إلى صغر المسافة بين عطارد والشمس أي أنه يوجد دائماً بجوار الشمس، ولذلك لا نراه إلا في أوقات معينة من السنة، وفي أوقات ما بعد شروق الشمس مباشرة أو قبل غروبها مباشرة.. أي أنه يظهر لنا دائماً في أسفل السماء، ولذلك تظهر صورته صغيرة، وكثيراً ما يشوهها التأثيرات الجوية، ومما

زاد الطين بله، أنه عندما يصبح في أقرب موضع له بالنسبة إلى الأرض يكون جانبه المظلم مواجها لنا..

ولعطارد أوجه شبيهة بأوجه القمر فهو يظهر كهلال أو على شكل نصف قرص أو على شكل محدب (أي ما بين النصف والكل)، وهو في هذا شبيه بكوكب الزهرة، فلكل منهما مدار يقع بين مدار الأرض وبين الشمس، ولكن عطارد لا يمكن رؤيته قرصاً كاملا مضيئاً، لأنه في هذا الوقت يصبح في الناحية الأخرى من الشمس، أي أنه يشرق ويغرب معها قبل أن نتمكن من رؤيته.

وعلى الرغم من هذه الصعوبات في رصده، إلا أنه يوجد لدينا خرائط لهذا الكوكب تظهر فيها علامة أو علامتان ذات لون أحمر بني على أرضية برونزية، وبطبيعة الحال أعطى الفلكيون أسماءاً لهذه العلامات، كما فعلوا من قبل لعلامات القمر ويعتقد هؤلاء الفلكيون أن سطح عطارد يشبه إلى حد ما سطح القمر، فهو يتكون من طبقة صخرية عارية، ترتفع أحياناً فتكون جبالا هنا وهناك، وقد تظهر هذه الجبال من انعكاس الضوء عليها. أما عن قدرة عطارد على اعكاس الضوء فهي ضئيلة جداً، بل هو أقل كوكب من كواكب المجموعة الشمسية في هذا الشأن فهو لا يعكس إلا حوالي ٥.٥% من أشعة الشمس التي تسقط عليه. بينما نجد القمر مثلا يستطيع أن يعكس ٧% من الأشعة الساقطة عليه.

يقول عالم أو اثنان، من الذين تخصصوا في رصد عطارد، إنه يحتوي على جو من نوع معين وأعلنوا أنهم رأوا ضباباً خفيفاً يحجب بعض معالم الكوكب، ويزعمون أن هذه الظاهرة لا تظهر إلا نتيجة سحب على أية حال فحتى لو وجدت هذه السحب في جوه، فلن تكون من النوع الذي نعرفه فدرجات الحرارة هناك كفيلة بأن تجعل عملية تكثف بخار الماء عملية مستحيلة– ولكن قد تتكون هذه السحب من دقائق غبار متساقط على شكل جو رقيق محملة

به، بعد أن قذفتها البراكين الموجودة على سطحه.

يقول كينيث هيوار في كتابه "رجال الكواكب الأخرى" "إن أهل عطارد مخلوقات ذات أربع أرجل وهم قوم رُحل، يتحركون دائماً مع الشمس إلى حيث توجد منطقة الغسق حيث الحرارة المحتملة." ويتكون طعامهم من نباتات دنيئة مثل الطحلب، وهم مخلوقات ذات صدر كبير يضم أعضاءهم التنفسية الضخمة". يؤمن هذا الكاتب بوجود سكان على عطارد.. بل ووصف هؤلاء السكان بالتفصيل، ومع ذلك فيجب أن نعرف أنه من الصعب جداً أن نتصور وجود حياة هناك.. أو على أقل تقدير حياة من نوع راقي.. فطبيعة صخوره ومركبات هذا الكوكب تشابه إلى حد كبير طبيعة صخور القمر.

### بلوتو- ربيب الشمس:

لقد تكلما عن الكواكب القريبة من الشمس والآن فلنتكلم عن الكواكب البعيدة. إن كوكب بلوتو هو أبعد كوكب في المجموعة الشمسية، اكتشف عام ١٩٣٠ بعد أن بحث عنه الفلكيون لفترة دامت ربع قرن– فهو من القدر ١٤، أي أنه من الصعب جداً تمييز ضوئه على لوح فوتوغرافي بين أضواء الأجرام السماوية الأخرى– ويبعد بلوتو عن الشمس بمقدار ٣٦٦٦ مليون ميل، أي أربعين مرة مثل بعد الأرض منها– ولهذا فنحن لا نعرف عنه إلا القليل، ولقد كان طول قطره لغزاً من ألغازه حتى سنوات قليلة مضت، فجميع الكتب الفلكية التي ظهرت قبل سنة ١٩٥١ ذكرت أن قطره= ٧١٣٠ ميل أي ما يعادل قطر الأرض تقريباً (أي أن كتلته لا تختلف كثيراً عن كتلة الأرض)– وقد ثبت حديثاً أن هذا الاعتقاد خاطئ– كما سنبين فيما بعد– لأن هذه الأرقام وجدت بطريق غير مباشر، وحتى الكوكب نفسه اكتشِف أول ما اكتشف عن طريق الأبحاث النظرية.. فقد حدث عام ١٩٠٥ أن توصل عالم فلكي، اشتهر

بأبحاثه عن المريخ، يدعى بيرسيفال لوويل إلى أنه لابد من وجود كوكب آخر في المجموعة الشمسية أبعد من نبتون وحاول بالفعل أن يحدد نظرياً المدار الذي يدور فيه هذا الكوكب، واهتم بأمره كثير من الفلكيين الذين حاولوا اكتشاف هذا الكوكب– وقد تم ذلك بالفعل، ولكن بعد مضي ٢٥ عاماً على استنتاج لوويل، وبعد وفاته أيضاً– وقد اكتشفه كلايد تومبو يوم ١٨ فبراير عام ١٩٣٠، ولكنه آثر ألا يعلن نبأ هذا الكشف إلا في ١٣ مارس من نفس السنة، وهو عيد ميلاد لوويل: فالفلكيون قبل كل شيء رجال عاطفيون أوفياء..– وإنه لمن عجيب المصادفة أيضاً أن يكون هذا التاريخ نفسه، وفي عام ١٧٨١، هو اليوم الذي اكتشف فيه هرشل كوكب اليورانس.

وبلوتو لا يظهر أكثر من نقطة صغيرة جداً من الضوء، وهذا هو الذي أدى إلى فشل جميع المحاولات التي أجريت في أول الأمر لحساب قطره عن طريق رصده المباشر أو عن طريق الصور الفوتوغرافية..ولهذا سلك العلماء طريقاً آخرا لتحديد حجمه، وذلك عن طريق معرفة مقدار تأثير جاذبية الكواكب الأخرى عليه، وهذه طريقة لا يمكن الاعتماد عليها كثيراً، لأن بلوتو يتحرك في مداره بسرعة بطيئة جداً، إذ يلزمه ٢٤٨ سنة أرضية حتى يدور دورة واحدة حول الشمس.. أي أنه ومنذ اكتشافه إلى اليوم لم يقطع بلوتو بعد إلا $\frac{1}{10}$ طول مجاله. ولهذا فليس من السهل علينا أن نحسب من هذه المسافة الصغيرة المعروفة لدينا مقدار تأثير جاذبية الكواكب الأخرى عليه وتأثير جاذبيته عليها، ومن ثم حساب كتلته ومنها حساب قطره.

على أنه، وفي المدة بين سنتي ١٩٤٨ و١٩٤٩، حاول جيرارد كويبر أن يحدد قطر بلوتو عن طريق مباشر مستخدماً في ذلك منظاراً عاكساً ذو مرآة قطرها ٨٢ بوصة يوجد بمرصد ماكدونالد في تكساس. ولما أخفق في محاولاته

هناك آثر أن يعيد محاولاته في مرصد بالومار.– وهناك وباستخدام منظار هيل العظيم، توصل في مارس سنة ١٩٥٠ إلى أن قطر بلوتو يعادل ٤٦% من قطر الأرض، أي أن قطره= ٣٦٠٠ ميل. وكتلته $\frac{1}{10}$ كتلة الأرض، أي أنها أكبر من عطارد وأصغر من المريخ. أما قدرته على عكس الضوء فهي ٠.١٧ وهي نفس قدرة المريخ تقريباً.. وقد أيدت أبحاث "باد"، التي أجريت من قبل على الدليل اللوني لهذا الكوكب، كل هذه الأرقام.. فقد وجد "باد" أن دليله اللوني هو ٠.٦٧، وعلى هذا فيحتمل أن يكون سطح بلوتو عبارة عن طبقة جليدية رملية.

وعلى الرغم من أن بلوتو كوكب صغيرة إلى أنه يستطيع أن يحتفظ بطبقة هوائية وذلك لأن درجة حرارة سطحه تعادل (–٢٣٠°م)، وهي كفيلة بأن تجعل أغلب الغازات الموجودة به في حالة متجمدة (مثله في ذلك مثل هذا النوع من الثلج الصناعي الذي يصنع من ثاني أوكسيد الكربون). فإذا ما بحثنا عن الحياة في هذا الكوكب، نجد أنه لا يصلح لها مطلقاً، شأنه في ذلك شأن الكوكب عطارد.. فعطارد شديد الحرارة، أما بلوتو فهو كوكب شديد البرودة. وعطارد خال تماماً من الجو.. أما بلوتو فليس به إلا طبقة رفيعة منه.. لا يمكن للحياة الاعتماد عليها. كذلك لا يسقط على بلوتو إلا كمية صغيرة جداً من ضوء الشمس.. فهناك لا تظهر الشمس أكثر من نجم براق.. من كل هذه الأسباب نجد أن احتمال وجود حياة هناك هو احتمال ضعيف، وإن وجدت فلن تتعدى نوعاً أو نوعين من البكتريا.

## توابع الكواكب والكويكبات الصغيرة:

كثيراً ما نقرأ في قصص الفضاء عن أجرام سماوية صغيرة جداً.. هي من الصغر بحيث يمكننا أن نقطع خط استوائها كله سيرا على الأقدام، وفي بضع ساعات. ويمكننا من هناك بسهولة أن نقذف بكرة إلى أعلى فلا تعود أبداً

لذلك ينبغي على الإنسان الأرضي إذا مازار هذا المكان أن يحد من نشاطه هناك.. فهو لو قفز من مكانة قفزة أشد مما ينبغي لأصبح قمراً لهذا الجرم يدور من حوله.. أو لرحل في الفضاء إلى الأبد وبدون رجعة.

فهناك بجانب الكواكب الرئيسية في المجموعة الشمسية عدد كبير من أجسام صغيرة جداً.. لبعضها أشكال كروية وللبعض الآخر أشكال غير منتظمة. ويمكن تقسيم هذه الأجسام الصغيرة إلى مجموعتين: الأولى هي الأقمار أو التوابع.. والثانية هي الكويكبات أو الكواكب الصغيرة، وعلى أية حال فكلا المجموعتين لا يحتمل وجود حياة بهما لأسباب واحدة.

والأرض ليست الكوكب الوحيد الذي يمتلك قمراً.. فهناك كواكب أخرى كذلك لها توابع تدور من حولها.. وهناك أيضاً كواكب لا يوجد لها توابع، وهما عطارد والزهرة (لا يعرف عن بلوتو شيء من هذه الناحية) وللمريخ قمران كلاهما صغير جداً في الحجم.. وسماها مكتشفهما بفوبوس وديموس ، (أي الفزع والهلع)، وهما على الرغم من قربهما الشديد إلى المريخ– لن يزيد حجمهما في مظهرهما إلا قليلا عن باقي نجوم السماء. فالقمر فوبوس وهو أقربهما إلى المريخ قطره يساوي ٣١ ميل، وديموس قطره يساوي ١٠ ميل. كذلك يبعد فوبوس عن المريخ بمقدار ٥٧٥٠ ميل، ويدور حول كوكبه مرة كل سبع ساعات و٣٩ دقيقة. أي أنه يدور حول المريخ بسرعة أكبر من سرعة دوران المريخ حول نفسه، (يوم المريخ ليس أطول كثيرا من يوم الأرض)، لذلك يظهر فوبوس من على المريخ وكأنه يشرق من المغرب ويغرب في المشرق (يلزمه ٤.٥ ساعات فقط ليعبر سماء المريخ) على خلاف جميع الأجرام الأخرى التي تظهر من على المريخ، فكلها تظهر وهي تتحرك من المشرق إلى المغرب، بالضبط كما هو الحال مع الأرض. أما ديموس فهو يبعد عن المريخ بمقدار ١٤٥٠٠ ميل،

ويدور حوله مرة واحدة في مدة من الزمن= يوم واحد وست ساعات و١٨ دقيقة. ولما كانت هذه الفترة تعادل تقريباً فترة دوران المريخ حول محوره، لذلك نجده يتحرك عبر سماء المريخ بحركة بطيئة جداً. وهو يستغرق من الوقت يومين ونصف يوم بين شروقه وغروبه.

وقد اكتشف آسف هول هذين القمرين عام ١٨٧٧، ووجد أنهما من القدر ١٢ و١٣ والعجيب أن فولتير ذكر هذين القمرين في كتاباته قبل هذا الزمن بمائة سنة وذكرهما أيضاً سويفت في قصته "رحلات جليفر"، بل وتنبأ بأن "أحد القمرين اللذان يدوران حول الكوكب الأحمر وهو القمر الأكثر قربا من الكوكب يدور حوله مرة كل عشر ساعات" وهو تنبؤ يثير الدهشة حتما. وليس من المحتمل أن نجد أي نوع من أنواع الحياة الراقية على قمري المريخ، فصغر حجمهما يمنعهما من الاحتفاظ بأجواء حول سطحهما كذلك تدل التغيرات التي تحدث في بريقهما وشدة لمعانهما على أن أشكال هذين القمرين غير منتظمة.

وإذا اعتبرنا أن عدد الأقمار، التي تتبع كوكب من الكواكب، دليل على مرتبة هذا الكوكب، يصبح المشترى في هذه الحالة أعظم ابنا من أبناء الشمس، ما الأرض فمرتبتها لن تفوق إلا عطارد والزهرة. فالمشترى يدور حوله ١٢ قمرا، وقد استطاع جاليليو أن يرى منها أربعة، ويمكننا ملاحظتها لو استخدمنا المناظير المكبرة العادية. أما قمر المشترى الثاني عشر فهو لا يظهر إلا على شكل نقطة ضوئية خافتة، ولم يكتشف إلا أخيراً في خريف سنة ١٩٥١ وثمانية من أقمار هذا الكوكب الكبير أجسام صغيرة يتراوح أقطارها بين ٢٠ و٨٠ ميل، وهي أيضاً لا تظهر إلا نقطا، حتى لو استخدمت أقوى المناظير. ومما لا شك فيه أنها لا تستطيع الاحتفاظ بأجواء، أي أنها غير ملائمة للحياة أما الثلاثة أقمار الباقية، فهي في أحجامها تكبر قمرنا، فقطر التابع "الثالث"

(جانيوميد) والتابع "الرابع" (كاليستو) يعادلان حوالي ٣٢٠٠ ميل، (قطر قمرنا= ٢١٥٨ ميل)، أما قطر التابع "الأول" (يو) فهو ٢٣٠٠ ميل، أي أكبر من قمرنا كذلك. وأما الأقمار التي تصغر عن قمر الأرض فهو التابع الثاني (أوروبا) وقطره ٢٠٠٠ ميل. ويمكن للأقمار يو وأوروبا وكذلك قمر زحل تيتان، وأكبر أقمار نبتون (تريتون) يمكن لكل هذه الأقمار الاحتفاظ بأجواء لها.. أجواء تتكون من بخار الماء والغازات الثقيلة.

وبالفعل ثبت من التجارب التي أجريت على طيف أوروبا وتيتان، أن أجواءهما تحتوي على سحب من بخار الماء كما ثبت أن جو هذان القمران يحتويان على غاز الميثين وبنسبة عالية ومع ذلك فلا يحتمل وجود حياة عليهما، أو بمعنى أصح نوع من أنواع الحياة الأرضية، وذلك بسبب انخفاض درجة حرارتهما (-١٥٠°م)، وطبيعة جوهما.. ومع ذلك فمن الجائز أن يكون هناك نوع آخر من أنواع الحياة البدائية، تناسبها الظروف الموجودة بهما.

أما تيتان أحد أقمار زحل، فقطره= ٣٥٠٠ ميل، وهو يكبر كثيراً عن باقي أقمار هذا الكوكب (تتراوح أقطار باقي الأقمار، بين ١٨٠ و١١٠٠ ميل)، كذلك لا يحتمل وجود أجواء بها، وبالتالي لا يحتمل وجود حياة هناك، ويشبهها في ذلك أقمار يورانس الخمس، والتابع الثاني لنبتون أما تريتون وهو التابع الأول لنبتون، فقطره ٣١٠٠ ميل ودرجة حرارة سطحه= (-١٨٠°م) ولا يسقط عليه من ضوء الشمس إلا القليل، وذلك لكثافة جوه الذي يحتوي على سحب لا تتركب من بخار الماء كسحبنا، ولكنها تتركب غالباً من قطرات من النشادر. وقد أمكننا أن نعرف أن كثيراً من هذه الأقمار يغطي سطحها طبقة من الجليد، أو غاز متجمد من ثاني أوكسيد الكربون وذلك من انخفاض كثافتها ومن هذه الأقمار "يو" وأوروبا التابع للمشتري، وتيتان التابع لزحل

وتريتون التابع لنبتون.

ولم نلق نجاحا كبيراً في البحث عن توابع يمكننا أن نعيش عليها. ولا ينتظر أن يصيبنا أي نجاح إذا ما بحثنا بين الكواكب الصغيرة أو الكويكبات. فنحن نعرف منها عددا يجاوز ٢٠٠٠ وربما كان عددها يتراوح في مجموعه بين ٣٠ و ٤٠ ألف. كلها كويكبات تدور حول الشمس، وتقع مداراتها بين المريخ والمشترى وهناك عدد قليل منها تتحرك في مداراتها وهي تبعد عن الشمس بمثل ما يبعد به كوكب زحل. وعدد آخر قريب من الشمس كقرب عطارد منها. ولهذا تختلف درجات الحرارة على سطحها اختلافا كبيرا، فبينما نجد درجة حرارة الكويكب إيكاراس الذي اكتشفه باد في سنة ١٩٤٩، تبلغ ٥٠٠°م حين يقترب من الشمس. نجد أيضا أن بعض هذه الكويكبات تبلغ حرارتها ٢٠٠°م تحت الصفر. على أية حال فمن غير المحتمل أن نجد أجواءً على هذه الكويكبات، وذلك لصغر أحجامها، أي لضعف شدة جاذبيتها، فأكبر كويكب من الكويكبات المعروفة هو سيرز، ومع ذلك فلا يزيد قطره عن ٤٨٥ ميلا فقط، أما ٩٥٪ من الكويكبات الأخرى فلا يزيد أقطارها عن ٧٥ ميلا فقط.

### النيازك والمذنبات:

في وقت من الأوقات كان كثير من الناس يحلو لهم الكلام عن هذه الخلايا الجرثومية الحية، التي يمكنها أن تنتقل من كوكب إلى كوكب آخر خلال الفضاء، فقد أثبت سافنتي آرهينيوس، العالم السويدي، رياضيا أن البكتريا إذا كانت في حجم معين أمكنها التغلب على جاذبية الكوكب التي تعيش فيه، وبالتالي أن تتحرك هائمة في الفضاء؛ أما القوة الدافعة لحركتها هذه، فهي الضوء الساقط على جسم هذه الجرثومة، فحتى الضوء يمكنه أن يحدث ضغطا على الرغم من ضآلة تأثيره. وعلى هذا فيمكن لأنواع معينة من البكتريا، أي الأنواع التي

تستطيع أن تحتمل درجات الحرارة المنخفضة، والتي تستطيع أن تعيش لمدة طويلة بدون ماء يمكن لهذه الأنواع أن تسافر من الأرض إلى المريخ، أو إلى أي كوكب آخر حيث تستقر هناك.. كذلك يمكنها أن تنتقل إلينا من هذه الكواكب لتستقر بالأرض فليس من الغريب إذاً أن نجد أشخاصا يختبرون، وبكل عناية، هذه الدقائق الشهبية محاولين بذلك الكشف بها عن أي أثر من آثار الحياة.

وتصلنا هذه الشهب من الكون بعد أن أصبح حجمها أصغر كثيراً مما كانت عليه ولم تعد سوى دقائق حجرية لا يزيد حجمها عن رأس الدبوس وذلك نتيجة لاحتراقها في الهواء من أثر الاحتكاك به وهي نفس الظاهرة التي نراها أحيانا أثناء الليل. على أنه في بعض الأحيان قدي صلنا شهبا كبيرة في الحجم.. بل قد تكون من الكبر بحيث تحدث فجوات عميقة واسعة في الأرض. فقد حدث في عهد من عهود قبل التاريخ أن سقط شهاب في مكان بالأريزونا، يطلق عليه اسم مدفع الشيطان، أحدث فجوة بالأرض بلغ قطرها حوالي $\frac{4}{5}$ ميل تقريبا، وعمقها ٦٢٥ قدما.. كذلك نجد أحيانا قطعا شهبية لا يزيد حجمها عن حجم قبضة اليد، وغالبا ما توضع هذه الشهب في متحف من المتاحف الفلكية، أو في المراصد، حيث تُختبر اختبارا دقيقا للغاية، فهي قبل كل شيء قطعا آتية من أعماق الفضاء.. والآن بعد انقضاء فترة تجاوز المائتي عام، منذ ظهور نظرية أرهينيوس، وفكرة تنقلات الخلايا الجرثومية الحية.. لم يستدل في هذه الشهب على وجود أي أثر من آثار الفيروس، أو البكتريا، أو أي نوع من أنواع الحياة الدنيئة الأخرى.

كذلك لا يمكن أن تكون المذنبات التي تظهر في السماء فجأة فيتفاءل بعض الناس بظهورها حاملة هي الأخرى لأي نوع من أنواع الحياة. وتتكون رؤوس هذه المذنبات من مجموعة مفككة من دقائق حجرية، أما أذنابها فتتكون

من غازات كربونية تبدأ في التوهج عندما تقترب هذه النجوم المذنبة من الشمس وفي بعض الأحيان لا ينبعث من هذه المذنبات إلا ضوءا خافتا لا يمكننا رؤيته إلا بمساعدة المناظير، ولفترة لا تزيد عن بضعة أيام، ومن بعضها ينبعث ضوء قوي، وقد تظهر في السماء لأسابيع عديدة. على أية حال فذيل هذه المذنبات لا يتكون، كما ذكرنا، إلا عند اقترابها من الشمس، ومن تأثير ضغط إشاعات الشمس وحرارتها عليها، وتبين أطياف هذه النجوم أن مكوناتها الكيماوية عبارة عن مركبات متنوعة من الكربون ومواد سامة كالسيانوجين ، تظهر في أذيالها. كذلك تظهر مواد من الصوديوم والحديد وغازات أخرى معدنية. ولا يجب أن نضيع وقتنا أكثر من هذا في دراسة هذه المذنبات إذا كنا نبحث عن الحياة، فمما لا شك فيه أنها غير صالحة البتة للسكن فيها..

**"اورانس ونبتون" أشد الكواكب برودة:**

وإذا ما نحينا "بلوتو" جانبا نجد أن نبتون ويورانس هما أشد كواكب المجموعة الشمسية برودة، فهما يبعدان كثيراً عن الشمس لدرجة أن حرارة سطحهما تبلغ (-٢٠٠°م). وكلاهما يكبر في الحجم عن الأرض فقطر نبتون يساوي ٢٧٠٠٠ ميلا، وقطر يورانس ٣١٠٠٠ ميل. وهما يشبهان المشترى وزحل في أن كثافتهما منخفضة، وهما من هذه الناحية يختلفان كثيراً عن الأرض وعن عطارد والزهرة والمريخ. فكثافة الأرض تساوي ٥.٥ مرة كثافة الماء، بينما نجد أن كثافة يورانس تساوي ١.٢٧ مرة كثافة الماء، وكثافة نبتون تساوي ١.٥٨- وإن دلت هذه الأرقام على شيء فهي تدل على أن هذين الكوكبين ما هما في الواقع إلا أجسام صغيرة تحيط بهما طبقات جوية كبيرة السمك.

لذلك لا يمكننا رؤية أية تفصيلات إذا ما رصدنا نبتون بالمنظار أما يورانس فقد نشاهد به- وتحت ظروف معينة- أربطة ملتفة حوله، وموازية لخط

استوائه– وتدل التحليلات الكيماوية التي أجريت على أجواء نبتون ويورانس أنهما مختلفان تماماً عن جو الأرض؛ فجو الأرض كما نعرف يتكون من الأزوت بنسبة ٧٥% ومن الأوكسجين بنسبة ٢٠%، أما أجواء هذين الكوكبين فتتكون من غاز أساسي هو الميثين. كذلك تدلنا الأبحاث الحديثة التي أجريت على هذا الموضوع أن أجواءهما يحتويان أيضاً على الإيدروجين والهليوم ويحتوي جو يورانس على كميات ضئيلة من النشادر والأوزون وثاني أوكسيد الكبريت، وقد توجد به كذلك كميات كبيرة من الإيدروجين والهليوم على حالتها السائلة، إذ أن الإيدروجين والهليوم يتحولان من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة تحت ضغط أجواء هذين الكوكبين وعند درجة حرارة (–٢٠٠°م). وقد يوجد يورانس ونبتون مكسوان بطبقة سميكة من الجليد، قد يبلغ عمقها حوالي ٥٠٠ أو ٦٠٠ ميل، وتمتد من فوق هذه الطبقة الجليدية جو الكوكب الذي قد يصل إلى ارتفاع ٣٠٠٠ ميل في حالة يورانس، وإلى ١٨٠٠ ميل في حالة نبتون.

وتكفي هذه الحقائق لإثبات عدم إمكان وجود حياة هناك بالصورة التي نعرفها ومع ذلك فهناك احتمال وجود حياة من نوع آخر.. نوع يعتمد في بقائه على النشادر عوضا عن الماء، ويستخدم ثاني أوكسيد الكبريت كمادة مذيبة رئيسية على كل حال فأي كلام بعد ذلك حول هذا الموضوع يصبح عديم الفائدة.

### الكواكب العملاقة: "المشترى وزحل"

يشترك الكوكبان نبتون وأورانس في كثير من صفاتهما مع الكوكبين المشترى وزحل.. ولذلك يمكننا اعتبارها جميعاً من عائلة واحدة في المجموعة الشمسية. والمشترى هو أكبر كوكب في المجموعة كلها، فطول قطره ٨٨٤٤٠ ميلا ثم يليه من حيث الضخامة زحل، ويبلغ طول قطره ٧٤٩٠٠ ميلا وكلاهما محاط بأجواء تحتوي على كثير من الميثين، وعلى مقادير كبيرة من النشادر، وهي

غازات لا توجد على نبتون أو على أورانس إلا بمقادير محدودة وقد لا توجد على الإطلاق. وقد دلت الأبحاث على أن درجة الحرارة في الطبقات العليا من المشترى تتراوح بين (–١٣٠°م)، (–١٧٠°م)، أما زحل فدرجة حرارة جوه تعادل (–١٨٠°م).

والخبراء غير متفقين على حالة المادة التي يتكون منها سطح هذين الكوكبين. فالبعض منهم يعتقد أن عدة أجزاء من سطح المشترى لا يزال على حالته السائلة نتيجة للحرارة الشديدة هناك.. والبعض الآخر يعتقد أن المشترى قد برد تماماً. على أية حال فنحن لا نستطيع رؤية سطح المشترى أو سطح زحل، وكل ما يمكننا مشاهدته منهما خلال المنظار لا يتعدى الطبقات العليا من أجوائهما. وتدل الملاحظات على أن جو المشترى مليء بالعواصف والرياح الشديدة وقد أمكن معرفة سرعة دوران هذا الكوكب حول محوره وذلك من علامة من العلامات التي يمكن تمييزها على سطحه، وحساب الوقت بين اختفاء هذه العلامة عند حافة الكوكب الغربية وبين ظهورها مرة أخرى عند حافته الشرقية وعلى الرغم من أن قطر المشترى يكبر قطر الأرض بحوالي ١١ مرة– إلا أنه يحتاج إلى ١٠ ساعات فقط ليدور دورة كاملة حول نفسه. ولهذا السبب نجد الكوكب منبعجا انبعاجا كبيرا في شكله. فقطره عند دائرة الاستواء يزيد بمقدار ٦٠٠٠ ميل عن القطر الواصل بين القطبين.

وتدل الأرصدة الدقيقة التي أجريت على علامات المشترى، أن جميع مناطقه تدور دورة كاملة في فترة واحدة تقريباً.. فعند بعض خطوط العرض تدور العلامة دورتها في ٩ ساعات و٥٠ دقيقة، وبعضها في ٩ ساعات و٥٤ دقيقة، أو ٩ ساعات و٥٥ دقيقة، أو ٩ ساعات و٥٦ دقيقة– وقد تمكن العالم الفلكي الشهير ستانلي وليمز من تقسيم المشترى إلى إحدى عشر منطقة،

تختلف كل منها عن الأخرى في فترة دورانها، بل وتظهر كل منطقة منفصلة تماماً عن المنطقة المجاورة وقد وجد وليمز أن سرعة منطقتين مجاورتين قد تختلف بمقدار ١٩٠ ميل في الساعة.

ويختلف المشترى في مظهره عن الأرض كل الاختلاف فحول المشترى، وبحذاء خط استوائه، توجد أحزمة في جو الكوكب، يمكن رؤيتها خلال المناظير المتواضعة. وهي أحزمة نتجت حسب نظرية الأستاذ أريك شوينبرج، مدير مرصد ميونخ من مقذوفات البراكين التي توجد في الأجزاء المتجمدة من الكوكب. ويقول الأستاذ شوينبرج أنه لاحظ وجود هذه الأحزمة في أماكن أخرى من سطحه ثبت أن بها انشقاقات كبيرة، وأن بخار الماء يندفع من هذه الانشقاقات بقوة شديدة، فيتحد مع الكربون ليكوّن الميثين ومع الأزوت ليكوّن النشادر. هذا وقد دلت الأبحاث التي أجريت على طيف المشترى أن بجوه يوجد بالفعل هذين المركبين. على أن هناك كثير من الفلكيين لا يعتقدون بأن طبيعة سطح الكوكب بركانية كما يعتقد الأستاذ شوينبرج.

وكثافة المشترى وزحل صغيرة، تنم على أنه يحتوي على طبقات سميكة من الجو، ولا يظهر لنا منها إلا طبقاته العليا فقط وإذا ما حاول شخص منا أن يكوّن فكرة عامة عن تطور هذه الكواكب منذ ٢٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ سنة، كما حاول سير هارولد جيفريز، والدكتور روبرت وايلد لوجد أن المشترى وزحل كانا في وقت من الأوقات في حالة سائلة، وفي حالة كبيرة من الجيشان، مثلهما في ذلك مثل جميع الكواكب الأخرى. أما اليوم فقد أصبح كل منهما يتكون من نواة متجمدة صلبة، تغطيها طبقات سميكة من النشادر المتجمد. ويوجد النشادر في بعض أماكن من سطحهما على حالة سائلة، وعلى شكل بحيرات، يطفو على سطحها أحيانا قطع متجمدة من الإيدروجين والهليوم وهي تشبه

كثيراً هذه القطع وهذه الجبال الجليدية التي توجد في المحيطات في مناطق أرضنا القطبية ويظهر الإيدروجين في حالته المتجمدة، وأحيانا في حالات سائلة نتيجة للضغط الجوي الشديد الذي يؤثر عليه، (يبلغ ضغطه حوالي مليون مرة قدر ضغط الهواء الجوي) ولا يحتوي جو المشترى على غاز الأوكسوجين أو الكربون إذ أن أساس تركيبه هو الميثين ثم يأتي بعد ذلك الإيدروجين والنشادر.

وليس من السهل علينا أن نعرف بالضبط حالة هذه المواد تحت الظروف التي توجد بهذا الكوكب.. ومع ذلك فقد ساعدت أبحاث الدكتور بريدجمان على تفهم هذا الموضوع بعض الشيء. فقد تمكن بعد جهد كبير أن يدرس خواص وحالة الغازات إذا ما وُجدت تحت ضغط كبير وحصل من أبحاثه هذه على جائزة نوبل في العلوم الطبيعية عام ١٩٤٦. ولم يضع الدكتور ويلدت النظرية التي شرحناها الآن عن تركيب هذين الكوكبين فحسب بل استطاع كذلك أن يحسب حجم نواة المشترى وعمق الطبقة الجليدية المتجمدة وسمك الطبقة الهوائية التي تعلوها وقد وجد أن سمك الهواء= ٥٦٠٠ ميلا وعمق الطبقة الجليدية= ١٦٠٠٠ ميلا، أما قطر النواة فيبلغ ٢٢٣٠٠ ميلا، وتتركب من صخور ومعادن.

وربما كانت أرقام الكوكب زحل أكثر في غرابتها من أرقام المشترى، فقطر نواته= ١٤٦٠٠ ميلا، وهي مغلفة بطبقة جليدية عمقها ٦٥٠٠ ميلا ويحيط بها طبقة هوائية سمكها ١٦٤٠٠ ميلا، ومن مكوناتها الأساسية الميثين والأيدروجين أما النشادر فيوجد أيضاً ولكن بنسبة أقل، ويبعد المشترى بمقدار ٤٨٣.٣٦٠.٠٠٠ ميلا عن الشمس، ويبعد زحل مسافة أكبر من ذلك، وعلى هذا فدرجة حرارة سطحه أقل من درجة حرارة سطح المشترى، وهذا يعني أن نسبة أكبر من النشادر توجد في حالة متجمدة، وهذا يعني أيضاً أن جوه

يحتوي على نسبة أقل من غاز النشادر. أما السحب التي يمكن رؤيتها عند رصد المشترى وزحل، فهي عبارة عن أبخرة متكاثفة من الميثين وبلورات من النشادر كذلك يظهر جو المشترى وفي أي وقت من الأوقات وكأنه مليء بالعواصف والدوامات فقد تصل سرعة رياحه أحيانا إلى حوالي ٢٥٠ ميلا في الساعة في منطقته الاستوائية.

ومن أعجب العلامات التي يتميز بها المشترى هذه البقعة الحمراء الكبيرة التي اكتشفت عام ١٨٧٨، وهي بقعة ذات شكل بيضاوي طول قطرها الأكبر ٣٠.٠٠٠ ميل تقريبا، وهذا ما يعادل أيضا ضعف قطرها الأصغر، أي أن محيطها أكبر كثيرا من محيط الأرض. وليست لهذه البقعة أهمية كبيرة الآن، كما كان الحال من قبل.. فقد كان الاعتقاد السائد أن هذه البقعة عبارة عن منطقة بركانية عنيفة على سطح المشترى، أما الآن فالمعتقد أنها عبارة عن جسم صلب سابح في جو المشترى. ويحيط بالمشترى طبقة جوية هي من الكثافة ومن العمق بحيث تمنع كثيرا من ضوء الشمس من أن ينفذ إلى سطح الطبقة الجليدية. وملخص القول إن المشترى يحتوي على جو ذي عواصف شديدة فظيعة.. وعلى سطحه نجد بحارا من النشادر، وجبالا جليدية من الهليوم، وسحبا من المثيين ومن النشادر المتبلورة كذلك نجد أن شدة الجاذبية هناك تبلغ مرتين ونصف مرة قدر شدتها على أرضنا. وهكذا نجد كل شيء غريبا.

أما زحل فلا يختلف كثيرا في منظره عن المشترى إلا أن جوه أهدأ قليلا كذلك يدور زحل بسرعة كبيرة حول محوره، فزمن دورته هي ١٠ ساعات و١٤ دقيقة في المتوسط، ومن الممكن تقسيم مناطقه إلى مناطق متعددة تختلف كل منها عن الأخرى في زمن دورتها. على أية حال فمتوسط طول النهار أو الليل هو ٥ ساعات و٧ دقائق على حسابنا الأرضي، والواقع أنه لا يوجد هناك نهار

على الإطلاق فجوة الكثيف كفيل بأن يحجب ضوء الشمس عن سطحه.

ولعل أغرب ما نشاهده بزحل هي هذه الحلقات التي تحيط به، والتي يبلغ قطر أكبرها حوالي ١٧٠٠٠٠ ميلا، ولا يزيد سمكها عن ١٢ ميلا وتتركب هذه الحلقات من دقائق صغيرة، تحوم حول الكوكب، وكأنها توابع عديدة، وقد فسرت هذه الحلقات بأنها محاولة من الطبيعة لخلق قمر لهذا الكوكب في منطقة غير ملائمة.. أي داخل حدود "روش".

ولن يجرؤ رحالة الفضاء بالقيام في يوم من الأيام بزيارة المشترى أو زحل، حتى ولو كان لديهم أحسن المعدات والأجهزة التي تلزمهم في هذه الرحلة.. ربما أمكنهم أن يزوروا أحد أقمارها أما الكواكب نفسها فزيارتها معناها موت محقق فالمخلوقات الحية التي تعتمد في بقائها على الأوكسجين وعلى الماء لا يمكنها البقاء طويلا على المشترى أو على زحل، فهناك لا يمكن لحياة بصورة من صورها المعروفة لدينا أن تقوم لها قائمة. وحتى بفرض وجود هذا النوع الآخر من المخلوقات الذي يعتمد في بقائه على النشادر، كمادة أساسية، فلا يمكن لهذا النوع أن يتطور وسط هذه التقلبات الشديدة التي تحدث بأجواء المشترى وزحل.

## الزهرة أخت الأرض:

دعنا نترك هذه المناطق من المجموعة الشمسية التي يكسوها الجليد، وتحيط بها الأجواء السامة. ولنعد إلى الكواكب القريبة من أرضنا.. ولنبدأ بكوكب الزهرة، وهي التي تستطيع الاقتراب من الأرض أكثر من أي جرم سماوي آخر عدا القمر وكويكب أو اثنين آخرين وعدا بعض المذنبات أحيانا، فأقرب مسافة بين مدار الأرض ومدار الزهرة تبلغ ٢٥ مليون ميلا.

ومما يؤسف له أن رؤية الزهرة عند اقترابها من الأرض غير ممكن تحقيقه، لأن نصفها المظلم هو الذي يكون مواجها للأرض حينئذ، وعلينا أن ننتظر بعض الوقت حتى تبتعد بعض الشيء عن الأرض لكي نتمكن من رؤيتها خلال المنظار وحينئذ تظهر على شكل هلال مضيء. وسوف يخيب أمل كل فرد يحاول رصد هذا الكوكب، فغاية ما يراه هو بضع علامات غير واضحة لمعالمه.

وقد حاول الفلكيون كثيرا تحديد فترة دوران هذا الكوكب حول نفسه بمتابعة علامة من علاماته، ولكن أحدا منهم لم يستطيع أن يحدد بدقة هذه الفترة، أو بعبارة أخرى طول يوم الكوكب. إننا نعرف أن هذه الفترة تزيد على ٢٤ ساعة ولكن معرفة ما إذا كانت ٤٨ ساعة أو ٣٠ يوما أرضيا أو حتى ٢٢٥ يوما أرضيا فهذا أمر لم نستطيع الوصول إليه بعد. وإذا صحت تنبؤات الفلكيين الذين يقولون إن الزهرة تدور حول نفسها دورة كاملة كل ٢٢٥ يوماً، فمعنى هذا أن حركة هذا الكوكب مقيدة، لأنه يلزمها ٢٢٥ يوما أيضاً لتدور دورة واحدة حول الشمس.

والزهرة كعطارد من حيث أننا لا يمكن رؤيتها إلا قبل طلوع الشمس أو بعد غروبها بقليل. ولا يمكن رؤيتهما عندما ينتصف الليل. كل ما هنالك أن رؤية الزهرة أسهل من رؤية عطارد من حيث أنها تدوم فترة أطول بعد مغيب الشمس أو بمعنى أصح لمدة ثلاث ساعات. ونحن نعرف أن كوكب الزهرة محاط بهواء، وذلك من التحليلات التي أجريت على طيفها ومن الرصد المباشر أيضاً. فحينما تظهر الزهرة على شكل هلال نجد أطراف هذا الهلال متوغلة في الجزء غير المضيء من الكوكب، وهي ظاهرة لا توجد في حالة القمر أو عطارد، فكلاهما لا تحيط به طبقة هوائية. ومن الملاحظ وجود نفس هذه الظاهرة في حالة الأرض، ففي الوقت الذي يختفي فيه الشمس وراء الأفق عن أعين الناظر

إليها، نجد أن الطبقات العليا من الجو ما زالت متوجهة تحت ضوء الشمس، ولولا هذه الظاهرة أو بكلام أدق لولا خاصية هواء الأرض في تشتيت الضوء ونشره لأظلمت الدنيا فجأة بعد غروب الشمس، ولما كان هناك نور الغسق ولا ضوء السحر.

وقد أجريت عدة محاولات لمعرفة مدى عمق الطبقة الجوية المحيطة بالزهرة، وذلك من مقدار توغل قرون هلالها في الجزء المظلم منها، فتبين أنها تبلغ ٤٥٠٠ قدما. وهذا الرقم لا يدل أبداً على مقدار سمك الطبقة الجوية كلها، ولكنه يرمز فقط إلى مدى ارتفاع هذا الجزء من الطبقة الهوائية الذي يعمل على نشر الضوء وتوزيعه.

أما ارتفاع هذه الطبقة الهوائية فهو أكبر من هذا القدر بكثير، ومن بعض الأرصدة وُجِد أن سمكها يتراوح بين ٦٠، ٧٠ ميلا. كذلك يمكننا رؤية الهواء المحيط بالزهرة أثناء عبورها أمام وجه الشمس. ولكن لا تحدث هذه الظاهرة إلا نادراً. فآخر مرة حدثت فيها كانت في ٦ ديسمبر سنة ١٨٨٢، ولن تتكرر مرة أخرى بعد ذلك إلا في ٧ مايو عام ٢٠٠٤.

وإذا ما قورنت الزهرة بالأرض، من حيث الحجم وشدة الجاذبية والكثافة نجد أنهما متشابهان إلى درجة كبيرة، فمساحة سطح الزهرة أقل من مساحة سطح الأرض بحوالي ٥% فقط، وقطرها يساوي ٧٧٠٠ ميلا، وتدور في مدار له شكل أقرب ما يكون بالدائرة نصف قطرها ٦٧ مليون ميلا. ومع ذلك فلا يوجد بينهما إلا تشابهاً قليلا فيما يتعلق بالأحوال الطبيعية والكيماوية. فلو فرضنا أن سكان الزهرة تمكنوا من رصد الأرض خلال منظار لوجدوا على الأرض علامات تدل على وجود الحياة.. ولأمكنهم أن يرسموا أشكال القارات، وأن يميزوا المناطق التي تسكوها الخضرة أثناء فصل الصيف. ولأمكنهم رؤية

السحب والعواصف، وأن يلاحظوا انعكاس أشعة الشمس على سطح الماء الفسيح.

وإنه لفرق كبير بين ما يراه سكان الزهرة عند رصدهم للأرض بفرض حدوث ذلك وبين ما يراه سكان الأرض عند رصدهم للزهرة؛ فالزهرة تبدو لنا خلال المنظار وكأنها قرصاً فضياً لامعاً، ولا يظهر عليها إلا علامات ومعالم غير واضحة. وسبب ذلك أننا لا نشاهد سطح الكوكب نفسه ولكننا نشاهد الجو المحيط بها والمشبع بالسحب أو الضباب. ويختلف هذا الجو اختلافاً كبيراً عن جو الأرض فمن التحليلات الكثيرة التي أجريت على طيف الزهرة، ومن الاختبارات العديدة، وُجد أن هناك ثلاث خطوط سوداء، من خطوط فراونهوفر، في منطقة الأشعة تحت الحمراء من الطيف، تدل على وجود غاز ثاني أوكسيد الكربون بكميات كبيرة، بل هو في الواقع أهم مكونات هواء الزهرة، أما على الأرض فلا يوجد في هوائها إلا بنسبة ٠.٠٣% فقط، ولقد بحث الفلكيون كثيراً عن أي أثر يثبت وجود بخار الماء أو غاز الأوكسجين، ولكنهم لم يعثروا على دليل واحد يؤكد ذلك. بل وثبت لهم أن هذه الغازات لا توجد مطلقاً في جو الزهرة.. لأن الأوكسجين لو وجد هناك، ولو بنسبة أقل بمقدار $\frac{1}{1000}$ من نسبة وجوده في جوّنا لأمكن تمييزه في خطوط الطيف.. والحال نفسه مع بخار الماء.

كان الاعتقاد السائد فيما مضى أن الزهرة كوكب متأخر من حيث التطور إذا ما قورن بالأرض فسطحه واقع تحت جوه الحار الرطب.. وتهطل عليه الأمطار على الدوام، وهو في ذلك أشبه ما يكون بهذه المناطق الاستوائية التي تكسوها الغابات بأشجارها الكثيفة العالية، ولا تعيش فيها إلا السحالف الضخمة وغيرها من الزواحف التي يلائمها هذا الجو الحار.

لقد كانت هذه الصورة هي التي تخيلناها عن الزهرة. ولكن ثبت فيما بعد عدم صحة هذا الذي تخيلناه إذ أننا نعرف الآن أن درجة الحرارة في الطبقات العليا من جو الزهرة هي (–٢٥°م)، بينما تساوي (–٥٥°م) في طبقات الجو العليا للأرض، وعلى هذا فدرجة حرارة سطح الزهرة أكثر ارتفاعا من درجة حرارة سطح الأرض، بحيث يتحول الماء هناك إلى بخار، هذا بفرض وجود ماء هناك. ومادام الأمر كذلك فسطح الزهرة إذن عبارة عن صحراء واسعة مغطاة بالرمال، تحملها الرياح والعواصف إلى طبقات الجو العليا، وهي رياح وعواصف رملية شديدة لا يمكن مقارنتها بما يحدث أحيانا في صحراواتنا. وعلى هذا فالزهرة صحراء واسعة ليس بها بحار ولا محيطات، إذ أنها لو وُجدت هذه البحار لظهرت أبخرة من الماء في خطوط طيف هذا الكوكب.

وإلى عهد قريب كان المعتقد أن هذه السحب البيضاء الكثيفة، التي تحجب سطح الزهرة عن الرؤية، تتكون من غاز عديم اللون يطلق عليه اسم فور مالديهيد وعند اختلاطه ببخار الماء يكوّن سحبا بيضاء. كذلك كان المعتقد أن هذا الغاز تكون من تفاعل ثاني أوكسيد الكربون مع بخار الماء، أما غاز الأوكسجين الناتج من عملية التفاعل هذه فقد اتحد بدوره مع معدن الحديد الذي تتكون منه قشرة الزهرة، وبذلك لا يظهر هذا الغاز في جوها. والحقيقة أننا لا نستطيع الاستدلال على وجود آثار لغاز الفورمالديهيد من طيف الزهرة، لهذا وضع شوينبرج نظرية أخرى بدلا من هذه التي ثبت عدم صلاحيتها. تقول هذه النظرية إن هذه السحب البيضاء ما هي في الواقع إلا زوابع وعواصف عنيفة محملة بالرمال، ترتفع إلى مسافات عالية من الجو، وتعكس الرمال الكثيفة أشعة الشمس الساقطة على الكوكب فتظهر لنا وكأنها سحب بيضاء، وهي التي تحجب سطح الكوكب عن الرؤيته.

على أية حال فسواء كانت هذه السحب عبارة عن حبات رمل ارتفعت إلى الطبقات العليا من الجو وانعكست عليها أشعة الشمس، أم كانت عبارة عن سحب من غاز الفورمالديهيد، فإن عدم وجود بخار ماء يجعلنا نؤمن بأن الزهرة كوكب لا يصلح للحياة.

والخلاصة أن الزهر كوكب سطحه عبارة عن صحراء واسعة، يبرز من بعض مناطقها صخور عارية، أما درجة الحرارة هناك فتتراوح بين ٨٠، ١٠٠°م. ويحيط بالزهرة طبقة هوائية مشبعة بالرمال تحجب أشعة الشمس والنجوم من السقوط على سطحها. وعلى الرغم من أن سطح الزهرة يختلف تمام الاختلاف عن سطح عطارد، الشديد الحرارة، وعن الكواكب الضخمة الأخرى كالمشترى وزحل التي يكسوها الجليد ويحيط بها هواء سام، إلا أن سطح الزهرة هو الآخر لا يساعد على قيام حياة فيها، على الأقل حياة بالصورة التي نعرفها.

**المريخ: أخ الأرض الحقيقي.**

كتب جيراردي فوكولير في كتابه "كوكب المريخ"، الذي ظهر في عام ١٩٥٠: فقال "إن المريخ هو الكوكب الوحيد الذي نشاهد فيه ظواهر معينة لا يمكن لقوانين الطبيعة والكيمياء أن تفسرها". ومنذ عدة سنوات.. وهبت سيدة فرنسية مبلغا وقدره مليون فرنك لمجمع العلوم الفرنسي، ليسلمها بدوره إلى أول شخص يمكنه بأي طريقة من الطرق أن يتصل بأحد سكان الكواكب الأخرى.. عدا المريخ!!.. لقد كانت هذه السيدة مؤمنة تماما بوجود مخلوقات حية على المريخ لدرجة أنها كانت تعتقد أن الأفضل تخصيص الجائزة التي وهبتها لشيء أصعب من الاتصال بأحد سكان المريخ!!.

وغالبا ما يسأل الشخص منا، إذا ما زار مرصدا من المراصد، إذا كان في إمكانه مشاهدة القنوات التي توجد على المريخ. وتعتمد كثير من القصص

والروايات الخرافية في موضوعاتها على هؤلاء السكان الذين يقطنون كوكب المريخ وتعتمد هذه القصص كذلك، في بعض الأحيان، على كثير من الحقائق العلمية. وسوف يظل الحال كما هو إلى أن تصل إحدى سفننا الفضائية إلى جارنا، هذا الكوكب الأحمر. ومع ذلك يجب علينا أن نعرف أن كل هذه الصور الفوتوغرافية التي أخذت لأطياف المريخ، وكل هذه المعلومات والبيانات التي حصلنا عليها بخصوصه لا تقطع بوجود سكانا في المريخ، كما يتخيل الشخص منا. يقول الدكتور ثيودور دانهام، أحد الخبراء الذين تخصصوا في رصد المريخ: "لن تكون عادلين إذا قلنا أنه لا يوجد على المريخ كميات من الأوكسجين وبخار من الماء تكفي لوجود مخلوقات حية هناك.. فقد تكون هذه المخلوقات غيرت من نفسها وتطورت بحيث أصبحت في حالة تناسب ظروف هذا الكوكب".

* * *

والمريخ يدور حول الشمس على مسافة تبلغ ١٤١ مليون ميل، وهي مسافة أطول من المسافة بين الأرض والشمس بمقدار مرة ونصف مرة ولمداره شكل القطع الناقص، أي أن المريخ يبعد أحيانا عن الشمس بمقدار ١٢٨ ميلا، وقد يصل هذا البعد في وقت آخر إلى ١٥٥ ميل أما كمية الحرارة التي يستقبلها المريخ من الشمس فتتراوح بين ٣٦%، ٥٢% من الحرارة التي تستقبلها أرضنا.

ويبلغ حجم المريخ حوالي نصف حجم الأرض، إذ أن قطره يبلغ ٤١٩٠ ميل ونهار المريخ وليله يشبهان تماما نهار الأرض وليلها، بل وللمريخ فصول كذلك.. ويمكننا أن نشاهد به المناطق الاستوائية والمعتدلة والمتجمدة.. أما درجة الحرارة عند خط الاستواء المريخي فهي تعادل درجات الحرارة التي توجد عند المناطق ذات المناخ المعتدل على سطح الأرض، ولكننا نجد في نفس الوقت

صعوبة في إيجاد أماكن على الأرض لها برودة قطبي المريخ.

وللمريخ طبقة هوائية.. بل وشفافة أيضاً.. على الرغم من أن معالم سطح المريخ تختفي أحيانا وراء السحب التي تعوق رؤيتنا لها. وإذا ما شاهدنا المريخ خلال المنظار، حينما يقترب كثيراً من الأرض فلا يفصلنا بيننا وبينه إلا ٣٤.٧٥ مليون ميل، وجدناه صغيراً جداً إذا ما قورن بكوكب المشترى (إذا ما شوهد خلال نفس المنظار) ويلزم للشخص منا خبرة سنوات عديدة في الرصد حتى يتمكن من تمييز بعض العلامات التي توجد على سطحه. فقاراته لا يلاحظها إلا الراصد الماهر.. وتفصيلاته الدقيقة كهذه القنوات التي سمعنا عنها كثيراً لا يمكن رؤيتها إلا بعد فترة طويلة جداً من التمرين، ومع ذلك فلا تظهر هذه القنوات أكثر من خطوط رفيعة مستقيمة موجودة على السطح، بل ولا يظهر من هذه القنوات إلا عدد قليل في آن واحد، اثنين مثلا أو ثلاثة. ثم تختفي هذه القنوات لحظات وهكذا.

ولقد ظل بعض الخبراء يختبرون المريخ لسنوات عديدة، ومع ذلك لم يتمكنوا مطلقاً تمييزها بين معالم الكوكب.. أما البعض الآخر فقد تمكن من رسمها وتحديد اتجاهاتها. واكتشف هذه القنوات عالم إيطالي عام ١٨٧٧، هو جيوفاني شيابا ريللي أثناء قيامه بصنع خريطة لمعالم المريخ. إذ وجد حينئذ، وفي أثناء دراسته للبقاع المعتمة التي تظهر على وجهه.. والتي يطلق عليها اسم "ماريا"، أن هذه البقاع متصلة بعضها ببعض بواسطة خطوط رفيعة.. فأطلق عليها اسم "كنالي" أي القنوات. ولم يكن يقصد من هذا الاسم أنها قنوات بمعنى الكلمة، أنشأها سكان الكوكب الأذكياء.. ولكن بعد مضي ١٥ سنة على هذا الاكتشاف، أعلن بيرسيفال لوويل أنه يعتقد أن هذه القنوات ما هي إلا قنوات أنشأها المريخيون بالفعل لتروي أراضي كوكبهم.. وأثار هذا الاعتقاد

اهتمام الناس بالأمر، وانتظر الفلكيون بفارغ الصبر إلى حين انتهاء لوويل من تشييد مرصده في فلاجستاف، والذي خصصه لدراسة المريخ.

* * *

ويقترب المريخ من الأرض مرة في كل سنتين تقريباً. ولكن نظراً لأن مداره على شكل القطع النقص، ولاختلاف دورته عن دورة الأرض، نجد أن المسافة بين المريخ والأرض عند كل تقابل لا تتساوى في كل مرة تحدث فيها، فقد تصل أحياناً إلى ٦٣ مليون ميل.. وقد تصل إلى $34\frac{3}{4}$ مليون ميل.. ولا تتكرر أصغر هذه المسافات إلا كل ١٥ أو ١٧ سنة، وحينئذ تدوم لمدة ثلاثة أو أربعة أشهر وفي هذه الفترة توجه أكثر المناظير وجهة المريخ لتكشف عن غوامضه وعن الغازات الموجودة به. وخلال هذه الفترة تُلتقط له الصور الفوتوغرافية وتوضع له الخرائط وتسجل درجات الحرارة وتختبر أطيافه، ثم تنشر هذه الأبحاث كلها في المجلات العلمية وتكتب الآراء حول إمكانية وجود حياة عليه.

وتمر هذه الفترة سريعاً، ونجد أن الأبحاث والمعلومات التي حصلنا عليها خلالها لا تكفي أبداً لتكوين فكرة واضحة عن هذا الكوكب ويزيد من صعوبة الأمر أنه قلما يستمر الجو ملائماً لالتقاط صور للمريخ ورصده وعمل الخرائط اللازمة له. وحتى بفرض استمرار حالة الجو الملائمة واستمرار عمليات التصوير خلال هذه الفترة، فإن مجموع ما نحصل عليه من الصور لن يكون كافياً أبداً لإشباع رغبة البحاثة في موضوع هذا الكوكب. فهذه الفترة، والتي لا تتجاوز أربعة أشهر، ما هي في الواقع إلا سدس السنة المريخية، وهي لا تكفي مطلقاً للحصول على فكرة حقيقية عن أحوال المريخ طوال فصول سنته بالضبط كما لا يمكننا معرفة أحوال الأرض وفصولها الأربع من مدة شهرين اثنين.

إن الأشخاص الذين رصدوا المريخ لسنين عديدة أمثال بيرسيفال لوويل هم وحدهم الذين يستطيعون أن يتصوروا الحالة على سطح المريخ، وقد يبالغون بعض الشيء في تصويرهم لها. على أنه إذا كان الفلكيون مختلفين فيما بينهم على الأمور المتعلقة بسكان هذا الكوكب، والقنوات الموجودة به، وإمكانية السكن فيه إلا أنهم متفقون على أشياء أخرى.. فهم مثلا متفقون على أن المريخ كوكب جاف، فثلثي سطح الكوكب يظهر لنا بلون أحمر مصفر خلال المنظار، وهي مناطق نقول عنها إنها صحراوية– ولا يوجد بها إلا القليل جداً من الأراضي المرتفعة فالمريخ لا يحتوي إلا على منطقة أو منطقتين جبليتين تعلوان إلى حوالي ١٠٠٠٠ قدم، أما الباقي فهو سهل مستو– وثلث السطح عبارة عن "ماريا" يبدو لونها أزرقاً مائلا إلى الخضرة، وأحياناً أخضراً مائلا إلى اللون الرمادي. ويتكلم الخبراء عن هذه المناطق وكأنهم متأكدين من كونها مناطق زراعية. وتتصل هذه المناطق الزراعية بعضها ببعض بواسطة القنوات وتخترق لذلك مساحات صحراوية شاسعة، وقد تتقاطع أحياناً هذه القنوات أو يتقابل عدد منها في نقطة واحدة في أحيان أخرى، وحينئذ تظهر نقطة الالتقاء هذه على شكل بقعة دائرية سوداء يطلق عليها اسم "الواحة".

وقد لاحظ "شيابار يللي" أن بعض هذه القنوات تظهر على شكل خطوط متوازية مزدوجة، وهي ظاهرة نلاحظها أيضا في الخرائط التي وضعها لوويل، وفي أماكن متعددة منها وقنوات المريخ هذه لابد وأن تكون على قدر كبير من الاتساع، فلو أن اتساعها كان أقل من ١٢ ميل لما أمكن رؤيتها من الأرض– وقد يصل اتساع بعضها إلى حوالي ٦٠ ميلا؛ وكما ذكرنا من قبل تتخذ هذه القنوات طريقها على سطح المريخ في خطوط مستقيمة جداً ويبلغ طول أكبرها حوالي ٣٠٠٠ ميل.

وربما دلت أبعاد هذه القنوات على أنها ليست قنوات صناعية من صنع سكان المريخ، على أن بعض العلماء يعتقدون أنها عبارة عن أراضي زراعية توجد على جانب أنهار لا يمكن رؤيتها.. وقد استدلوا على ذلك من بعض التغيرات التي تحدث بها أثناء فصول السنة.

وإن كانت هناك ظاهرة من ظواهر المريخ تستحق الإعجاب.. فهي ظاهرة تغير بعض المناطق المعتمة إلى مناطق خضراء.. ويحدث ذلك أثناء حلول فصل الربيع حينما يذوب جليد المنطقة القطبية والتي يمكن رؤيتها خلال المنظار ويستمر أثناء الصيف ثم تعود هذه المناطق إلى لونها البني حينما يحل الخريف، وتبقى على ذلك أثناء فصل الشتاء.

يقول "لوويل" إن سكان المريخ قوم أذكياء أكفاء قاموا بتجفيف بعض أجزاء كوكبهم لزراعتها، ويعتمدون في هذا على المياه التي تنتج من ذوبان الجليد من المناطق القطبية، والتي يوجهونها إلى جميع مناطق كوكبهم الزراعية.

وقد تعرضت هذه النظرية للنقد الشديد من جانب بعض العلماء، فقد حاول هؤلاء العلماء التحقق من أن جليد المناطق القطبية ليس، كما يظن لوويل، عبارة عن ماء متجمد بل هو جليد من ثاني أوكسيد الكربون، ولكن هذا الرأي فقد قيمته عندما تبين أن درجة حرارة المريخ لا يمكن أن تسمح لغاز ثاني أوكسيد الكربون بأن يتجمد.

فالجليد الذي يوجد بهذه المناطق القطبية عبارة إذن عن ماء متجمد. وسمكه لا يزيد على ثلاث أو أربع بوصات، وكمية المياه التي تنتج من ذوبان الجليد قليلة نسبيا فهي لا تكفي مثلا لملء بحرية آرى الموجودة على حدود كندا والولايات المتحدة.

وحينما يحل الربيع على إحدى قطبي المريخ، يبدأ الجليد في الذوبان وبسرعة وحينئذ تتناقص مساحته وحدوده بمقدار ٦٠ ميل في اليوم (يمكننا رؤية ذلك خلال المنظار). ولن يحدث هذا التناقص الكبير إلا إذا كان سمك الطبقة الجليدية رفيعة جداً على أن بعض العلماء يعتقدون أن حقيقة ما نراه لا يرجع إلى جليد هذه المناطق القطبية، ولكنها مجرد سحب تغطي هذه المناطق تتكون من بللورات من الثلج. وعلى الرغم من أن جو المريخ شفاف، إلا أنه قد يحتوي على بعض سحب قريبة من سطحه. لونها أصفر. وهي سحب رملية نتجت من زوابع وعواصف.. وقد يوجد أيضا سحب من فوق هذه السحب على ارتفاع كبير، وهي تتكون من برد وبخار الماء.

وكثافة جو المريخ أقل كثيرا من كثافة جو الأرض ويصل عمق طبقته الهوائية هذه إلى ١٢٠ ميل على الأقل، أي أن ضغط جو المريخ يعادل الضغط الذي يوجد في مكان على أرض يرتفع عن السطح بمقدار ٦ أو ٧ أميال؛ أي عند المناطق التي تكون عندها درجة البارومتر ١٠٠٠ ملليمتر. وأهم مكونات جو المريخ هو غاز الأزوت ومن المؤكد كذلك أنه يحتوي على نسبة معينة من بخار الماء، ولو أن التحليلات الطيفية لا تظهر ذلك. وغاز الأوكسجين لا يوجد به إلا بنسبة ضئيلة تعادل $\frac{1}{600}$ من نسبة الأوكسجين الموجود على الأرض– أي أن سكان الأرض لا يمكنهم أن يعيشوا هناك بدون الاعتماد على أجهزة تنفس صناعية.

وحديثا اكتشف أن كمية غاز ثاني أوكسيد الكربون التي توجد بجو المريخ تعادل ضعفي الكمية التي توجد بهواء الأرض.

ولقد بحث الفلكيون كثيرا من أجل معرفة درجات الحرارة التي توجد على المريخ واستخدموا في ذلك مقاييس حرارية كهربائية يطلق عليها اسم

"مزدوجات حرارية" وهي أجهزة غاية في الحساسية، لدرجة أنها قد تتأثر أحيانا بالحرارة التي تشع من شمعة موجودة على مسافة ١٠٠ ميل منها. وبالفعل ثبت جهاز من هذه الأجهزة على منظار جبل ولسن، وتبين أن درجات الحرارة على سطح المريخ تتغير تغيرا ملموسا، فهي تهبط هبوطا كبيرا في ساعات الصباح، وفي جميع أنحائه حتى المناطق الاستوائية منه، إذ تصل إلى (-٤٠°م) وترتفع عند الظهيرة إلى (+١٠°م) ثم تنخفض مرة أخرى في المساء إلى (صفر° م). على أنه من الصعب علينا أن نحدد درجات الحرارة في فترة الليل، لأننا لا نستطيع رؤية الجزء المظلم منه.. ودورة المريخ حول محوره تستغرق ٢٤ ساعة و٣٧ دقيقة، أي أن يوم المريخ ليس أطول كثيرا من يوم الأرض. وقد ثبت أن درجة الحرارة عند قطبيه تساوي (-١٠م) في الربيع و(-١٠٠) في الشتاء بينما تبلغ درجة الحرارة في البقاع المعتمة الزراعية على الدوام وفي المتوسط ما بين (٢٠°م)، (٣٠°م) وهي أكثر ارتفاعا عنها في المناطق الصحراوية.

والمريخ ليست له أوجه تذكر نظرا لأن مدار فلكه حول الشمس أبعد بكثير من مدار الأرض حولها.

* * *

ولا يوجد على سطح المريخ مساحات مائية، أو بمعنى أصح مساحات تكبر أقطارها عن ١٠٠٠ قدما، لأنها إن وجدت لأمكن تمييزها من أشعة الشمس المنعكسة عليها.

ولا زالت قنوات المريخ موضوعا للنقاش بين العلماء، وتظهر من حين لآخر بعض الآراء حول حقيقة هذه القنوات، ربما كان أحدثها هو ما أعلنه كلايد تومبو، مكتشف الكوكب بلوتو، عن اعتقاده بأن هذه القنوات وهذه "الماريا" (أي أشباه البحار) ما هي إلا علامات في سطح المريخ حدثت نتيجة

لاصطدامات بين المريخ وعدد من الكويكبات. لأن مدار المريخ، كما يقول، لا يبعد كثيرا عن المنطقة التي تظهر فيها هذه الكويكبات أثناء دورانها حول الشمس. ويرى أن هذه الاصطدامات نتجت عنها حفرات عميقة أشبه ما تكون بهذه الهوة التي توجد على الأرض في الأريزونا.

وهناك فئة من العلماء لا يؤمنون مطلقا بوجود هذه القنوات. ويعتقدون أنها عبارة عن مجموعات صغيرة من معالم هذا الكوكب، تركزت في منطقة معينة ولا يمكن تمييزها بالعين إلا على شكل خطوط مستقيمة.

والواقع أن الصور الفوتوغرافية لم تساعدنا إطلاقا على الوصول إلى رأي حاسم في هذا الموضوع، بل على العكس فقد ساعدت على استمرار المناقشات والجدل– والحقيقة أن هناك خلاف بين العلماء حول هذه الصور الفوتوغرافية التي التقت للمريخ، وانقسم العلماء بإزائها إلى فريقين: الفريق الأول يقول إن الصور الفوتوغرافية لم يظهر فيها أي علامة أو إشارة يمكننا أن نستدل منها على وجود قنوات في المريخ، ويعتقد الفريق الثاني أن العلامات التي ظهرت على هذه الصور وإن كانت غير واضحة تماما، إلا أنها كافية لإثبات وجود هذه القنوات– ومن أجل الوصول إلى رأي حاسم في هذه الموضوع استقر الرأي على استخدام منظار هيل العاكس، واتخذ الدكتور بيتيت الترتيبات اللازمة في مرصد بالومار ليتمكن من التقاط الصور الفوتوغرافية للمريخ أثناء اقترابه من الأرض خلال الأعوام ١٩٥٤ إلى ١٩٥٦– ونأمل بعد التقاط هذه الصور أن نصل إلى الرأي الصائب– فإن ظهرت هذه القنوات في الصورة فسوف تصبح حقيقة لا جدال فيها.

ولا يؤمن كلايد تمبو بوجود قنوات المريخ فحسب بل ويعتقد أيضاً أن هناك نباتات حية على سطح المريخ، يستدل عليها من التغيرات اللونية أثناء

الفصول. ومع ذلك فيعتقد بعض العلماء أن هذا التفسير راجع إلى أن بعض البللورات الكيماوية يتغير لونها تحت تأثير مياه القطبين الشمالي والجنوبي، على أية حال فليس هناك أي دليل يعضد من هذا الاعتقاد.

وقد أعلن العالم الفلكي الروسي تكهوف أنه تمكن من تمييز خطوطا في طيف المريخ تنم عن وجود مادة الكلوروفيل به. والكلوروفيل هي المادة التي تلزم لحياة النبات، فإن صح هذا القول فهو أكبر دليل على وجود نباتات حية بالمريخ، ولقد حاول بعض العلماء التحقق من زعم تيكهوف هذا ولكنهم لم يتمكنوا من رؤية هذه الخطوط التي تكلم عنها.

ويعتقد الفلكيون الروس أن الماريا (أي أشباه البحار) ما هي إلا غابات كثيفة وذلك بعد أن تمكنوا من معرفة مدى قدرة هذه المناطق على إعكاس أشعة الشمس. ولكن العالم الأمريكي كوبير يخالفهم في اعتقادهم ويرى بعدما تمكن من اختبار الأشعة تحت الحمراء التي انعكست على هذه المناطق أنها لا تحتوي على نباتات ولا حتى على النوع الدنيء منها مثل الطحلب.

* * *

ومن العجيب أننا نجد على الأرض بعض مناطق تشبه في منظرها سهول المريخ. ولكننا مع ذلك، وللأسف، لا نعرف عن هذه المناطق إلا القليل، بل إن ما نعرفه عنها هو في الواقع أقل مما نعرفه عن سهول المريخ. أما هذه المناطق فهي الأراضي المرتفعة من هضبة التبت في آسيا وهناك تختلف درجة الحرارة أثناء النهار عن درجتها أثناء الليل اختلافاً كبيراً من أي بقعة أخرى على لأرض، وربما كانت أشبه ما تكون بالأحوال على المريخ. وهذه المناطق جافة وتلالها مدرجة ويوجد فيها بعض البقاع المغطاة بالطحلب والليكن وهواؤها على درجة كبيرة من الجفاف لدرجة أن بشرة الإنسان تتشقق إذا ما تعرضت لها-

وهناك أيضاً لا يوجد من أنواع الحياة سوى النمل وحشرات أخرى، وإذا حدث وزار إنسان هذه المنطقة، فلن يتمكن من رؤية هذه الحشرات، فهي ملونة بلون الصخور التي تحيط بها، لتحمي نفسها، فهناك لن تجد أوراق شجر أو أرض رخوة يمكنها الاختباء من ورائها.

ربما كان هذا الوصف ينطبق تماما على مناظر المريخ، وإذا كان هناك اختلاف بينهما فهي في درجات الحرارة؛ وهي على المريخ أشد وأصعب تحملا منها في هذه المناطق الأرضية.

* * *

والآن وقد طفنا بكواكب مجموعتنا الشمسية وطفنا بأفكارنا من بلوتو البعيد إلى عطارد– ومن الكواكب الضخمة إلى النيازك الصغيرة– لم نجد بين هذه الأجرام كلها جرماً واحدي ينم على وجود حياة فيها بالصورة التي نعرفها.. ومع ذلك فلعل الحياة هناك تشكلت بصورة خاصة لتناسب ظروف الأماكن الموجودة بها.. كذلك وجدنا أن المريخ فقط هو الكوكب الوحيد الذي استطعنا أن نتكلم عما به من الطحلب والليكن وعن الجليد والثلج وذوبانهما– وعن المواسم وأثرها في تغير الألوان، وعن السحب التي تشبه سحبنا.

ومع ذلك فليس في مقدور عالم من العلماء أن يؤكد وجود حياة على المريخ، أو وجود نباتات على سطحه. فالمريخ كوكب جاف لا يمكن للحياة أن تقوم فيه، اللهم إلا في صورة بعض النباتات الدنيئة. ومن يعلم فربما كانت هناك حياة راقية قامت بالمريخ منذ ٨٠٠ مليون سنة، حياة أرقى من الحياة القائمة فيه الآن.

على أية حال فسواء قلنا عن المريخ، أن مظاهر الحياة فيه مقصورة على

وجود بعض المخلوقات الحقيرة الشأن، كالنمل والضفادع والسرطان وما شابه ذلك، أو أن هناك حياة راقية ومدنية متحضرة قوامها الإنسان، أو أنه لا يضم إلا بعض النباتات الدنيئة. كل هذه المعتقدات ما هي إلا محض خيالات شخصية، لا يمكن لإحداها أن تلبس ثوب الحقيقة إلا يوم تحط إحدى سفن الفضاء على سطح المريخ آتية من الأرض.

### كواكب الشموس الأخرى:

تتكون مجموعتنا الشمسية من شمس ساطعة، وتسع كواكب كبيرة، وما يقرب من **٢٠٠٠** من الكويكبات، بالإضافة إلى **٣١** قمراً، وعدد من المذنبات، مع حشد كبير من النيازك، ودقائق من الغبار. ويختلف مدى تطور الحياة من كوكب إلى آخر حسب الظروف الموجودة به، فبينما نجد في بعض الكواكب حياة على درجة كبيرة من الرقي، نجد الحياة في كواكب أخرى تكافح أمام طبيعتها وأمام ظروفها الأخرى الموجودة بها، وهناك أجرام أخرى احتمال وجود الحياة فيها ضعيف.

ولكن ما هو الحال مع كواكب الشموس الأخرى؟ .. أليس من المتوقع أن نعثر على كواكب من بينها كوكب به حياة.. أو كواكب يكون فيها احتمال وجود الحياة كبير؟

إن المجرة التي تحوي أرضنا تتركب من **١٠٠** ألف مليون نجم من النجوم الثابتة، والكون يحتوي على ما يقرب من **١٠٠** ألف مليون مجرة من هذه المجرات، أي أن مجموع شموس الكون قد يصل إلى ما يقرب من **١٠.٠٠٠** تريليون، أو بالأرقام "رقم واحد وأمامه **٢٢** صفراً".

وأقرب النجوم الثابتة إلينا هي في الواقع على مسافة بعيدة جداً بحيث لا

يمكن في يوم من الأيام أن نأمل في رؤية كواكبها، حتى ولو استخدمنا منظاراً يكبر في قدرته عن منظار هيل العظيم المقام على جبل بالومار. ولكننا يجب مع ذلك ألا نفقد الأمل في اكتشاف كواكب هذه الشموس بطريقة من الطرق.

حقيقة أن العدسات والمرايا لن تساعدنا كثيراً على رؤية كواكب هذه الشموس، ولكن علماء الفلك بلغوا من الكفاءة حدا يستطيعون معه اكتشاف أنظمة من النجوم لا يرونها، بواسطة عمليات حسابية لأشياء تحدث ولا تقع تحت أبصارهم. وبنفس الطريقة سوف يستطيعون يوماً إماطة اللثام عن كواكب هذه الشموس أيضاً.

لقد استطاع العالم الفلكي الفرنسي أوربين ليفيريي في عام ١٨٤٦، بعد إجراء بعض العمليات الحسابية، أن يثبت أن هناك كوكبا غير معروف يوجد في مدار أبعد من مدار يورانس، وذلك عندما لاحظ عدم انتظام في حركة يورانس، وتمكن بعد ذلك من تحديد موضع هذا الجرم الآخر الجديد بدقة متناهية، حتى أنه عندما جاء بعد ذلك العالم الفلكي الألماني "جال" وأدار منظاره في اتجاه هذا الموضع، رأى أمامه كوكبه المنشود الذي سُمي فيما بعد بالنبتون.

وبنفس الطريقة تنبأ بيرسيفال لوويل بوجود كوكب آخر أبعد من نبتون؛ وعلى الرغم من أن هذا الكوكب الجديد لم يكتشف إلا بعد ٢٥ عاما من تاريخ هذا التنبؤ، وعلى الرغم من أن الفلكيين لا يعرفون عما إذا كان اكتشاف هذا الكوكب نتيجة لهذا التنبؤ أم كان بمحض الصدفة، على أن هذا لن يغير من حقيقة الوضع وهو أن الفلكيين يستطيعون تحديد أماكن لأشياء لا تقع تحت أنظارهم.

وقديماً وفي سنة ١٨٣٨، تنبأ ولهيلم بسل– وهو أول رجل استطاع تحديد بعد نجم ثابت– أن نجم "الشعرة" في مجموعة الكلب الأكبر له رفيق لا يمكننا

رؤيته. وقد كان اكتشافه هذا نتيجة لما لاحظه من أن "الشعرة" لا يتحرك بانتظام كبقية النجوم الثابتة، ولكنه يتحرك في مسار متعرج.

ويجب أن نعلم أن عملية تتبع حركة هذه النجوم ليست بالعملية البسيطة، ولا يرجع هذا إلى طول المدة التي تستغرقها هذه العملية فحسب، بل لأن النجوم تتحرك بسرعة فائقة، بالرغم من أن مسار هذه الحركة لا يظهر واضحا تماما وذلك لبعدها الشديد عنا.

وقد استنتج "بسل" من الحركة التموجية الغريبة للشعرة أن رفيقه، الذي لا يمكننا رؤيته، يؤثر بجاذبيته على نجم "الشعرة" فيجعله يتحرك كبندول الساعة. وبعد ست سنوات من اكتشافه هذا استطاع أيضاً أن يتنبأ بوجود رفيق آخر لنجم آخر هو "الغميضاء" من مجموعة الكلب الأصغر. وفي سنة ١٨٦٢ اكتشف "آلفان كلارك" صانع العدسات النجم الذي يرافق "الشعرة"، ثم اكتشف في سنة ١٨٩٦ النجم الذي يرافق "الغميضاء"، وكان ذلك في مرصد ليك.

وحديثا استنتج العلماء أنه لابد وأن يوجد هناك أجرام سماوية من شأنها أن تؤثر على نجوم قريبة منا فتجعلها تتحرك بحركة تموجية طفيفة ويعتقدون أن هذه الأجرام ليست صغيرة في كتلتها فحسب بل وليس لديها القدرة على أن تشع حرارة أو ضوء. أو بمعنى آخر ليست شموسا كشمسنا بل كواكب لا يمكننا رؤيتها، ولو استخدمنا أقوى المناظير. وأصغر كوكب من هذه الكواكب اكتشف حتى الآن، يعادل في حجمه ضعف حجم المشترى، وهو حجم كبير بلا شك إذا ما قورن بالكواكب المعروفة لدينا. ولا يعني هذا مطلقا أنه لا توجد كواكب يقرب حجمها من حجم الأرض، إنما يرجع عدم اكتشافها حتى الآن إلى صغر تأثير جاذبيتها على حركة النجوم التابعة لها. ولقد تمكنا من اكتشاف وجود

كواكب لنجوم أخرى تكبر المشترى بـ ١٠ و١٢ أو حتى ٢٠ مرة.

وربما استطعنا الوصول إلى نتيجة في هذا الشأن، لو أمكننا معرفة ما إذا كانت المجموعة الشمسية هي مجموعة فريدة من نوعها في الكون كله، أم هي واحدة ضمن مجموعات أخرى تشبهها، وقد نستطيع الوصول إلى نتيجة في هذا الشأن أيضا لو أمكننا معرفة الكيفية التي نشأت بها المجموعة الشمسية؛ ومما يؤسف له أن الفلكيين غير متفقين مطلقا على أصل نشأة المجموعة الشمسية. والنظريات في هذا الشأن عديدة ومتعارضة أشد التعارض.

وتبدأ قصة هذه النظريات عندما أعلن "كانت" عن اعتقاده بأن أصل الكواكب عبارة عن سحب غازية كانت تحيط بالشمس. ثم جاء لا بلاس ليعلن نظريته عن أصل المجموعة الشمسية، وفيها افترض أن أصل المجموعة عبارة عن كتلة غازية دارت حول نفسها ثم بردت وتقلصت، فنتج عن ذلك ازدياد في سرعة دورانها ونتج عن هذا تكوين المادة وظهرت هذه المادة أول الأمر في صورة حلقة تحيط بنواة غازية، ثم تكثفت دقائق هذه الحلقة لتكوّن كوكبا. أما النواة الغازية فقد تقلصت بعد ذلك وكوّنت ما نسميه الآن بالشمس، ونتج عن هذا التقلص كوكب آخر وهكذا تكررت هذه العملية، وفي كل مرة نتج عنها كوكب آخر.

ثم جاء أحد العلماء ليمزج هاتين النظريتين معا، ويكوّن منهما نظرية سماها نظرية "كانت لا بلاس" ولم يكن موفقا في عمله هذا لأن كلا من النظريتين تختلف عن الأخرى تمام الاختلاف.

على أن نظرية "لا بلاس" كانت تحتوي على آراء لم تلق قبولا عند علماء هذا العهد. ثم جاء شمبرلين وبولتن بنظريتهما، والتي تقول إنه حدث في وقت من الأوقات أن اقترب نجم من الشمس، فنشأت جاذبية شديدة بينهما جعلت

الشمس تفرز مادة. وتكاثفت هذه المادة ونتج عن ذلك أجسام عديدة، أصبحت تدور حول الشمس وفي نفس الوقت تبتعد عنها ثم تجمعت هذه الأجسام مرة أخرى لتكون الكواكب. ولم تلق هذه النظرية في بعض نواحيها قبولا عند سير جيمس جينز واقترح إجراء تعديلات طفيفة على فروضها.

ثم جاء سير هارولد جيفريز ليضيف هو الآخر بعض التعديلات على النظرية. ورأى أن النجم لم يقترب من الشمس فحسب، بل اصطدم بها بالفعل ولكنه كان اصطداما خفيفاً نسبياً أو ربما كان لفظ احتكاك أنسب في هذه الحالة من لفظ اصطدام فنتج عن هذا أن دارت الشمس حول نفسها، فانفصلت منها سحب غازية بفعل القوى المركزية الناتجة، وأصبحت هذه القوى المركزية نفسها عضواً من أعضاء المجموعة الشمسية.

وحديثاً جاء الدكتور ليتلتون وعدل بعض ما أتت به هذه النظرية، فقال إن نشأة الكواكب ليست مسألة بسيطة إلى هذا الحد ويعتقد أن الشمس كانت في أول أمرها أحد عضوين يكونان نجما مزدوجا، ثم اصطدم العضو الآخر بنجم، وانفصل هذا العضو عن الشمس وانضم إلى النجم الآخر. أما ما تبقى من الحطام فقد ظل يدور حول الشمس في مدارات أشبه بالدوائر وأما هذا الحطام فهو الكواكب عينها.

على أية حال فقد استطاع ليتلتون بنظريته هذه تفادي جميع الاعتراضات التي وجهت إلى النظريات التي سبقت نظريته.. أما احتمال حدوث اصطدام بين نجمين فقد أثبت سير جيمس جينز أن الاصطدام أمر لا يحدث إلا مرة واحدة كل ١٠٠ مليون سنة. ولما كان عدد النجوم هو ١٠٠ ألف مليون نجم، فمن المتوقع إذن أن يبلغ عدد الشموس التي تمتلك كواكب هو ١٠٠٠ شمس فقط. وهذا يعني أن عدد الكواكب التي تصلح للحياة في هذا الكون كله، لا

يزيد عددها عن بضعة مئات. وهي نتيجة غاية في الغرابة، ولكن سبق أن قلنا إن النظريات في تجدد مستمر. ونضرب لذلك مثلا نظرية ظهرت حديثاً للعالم "كارل فريدريك فون ويزاكر" وهي في الوقع تعديل لنظرية "كانت" القديمة وفيها يفترض أولا وجود كتلة من المادة تدور حول نفسها، وعندما تكونت الشمس من هذه المادة تكونت معها بقية الكواكب والأقمار نتيجة للاضطرابات التي نتجت عن هذه العملية

ولم يستطع أحد حتى الآن مهاجمة هذه النظرية في أي نقطة من نقطها فقد استطاع "ويزاكر" أن يفسر بواسطتها جميع الخواص الغريبة التي نعرفها عن مجموعتنا الشمسية فسر بها مثلا أسباب اختلاف الشمس في تركيبها عن بقية الكواكب وفسر بها كذلك العلاقة الغريبة الموجودة في أطوال أقطار مدارات الكواكب المختلفة– ولا يعد أمراً غريباً بعد هذا إذا لاحظنا أن عدد الفلكيين الذين يؤمنون بصحة هذه النظرية في ازدياد مستمر.

وعلى أية حال فطبقاً لنظرية وايزاكر هذه نجد أن وجود الكواكب تعد ظاهرة عادية طبيعية، وأن كل نجم يجب أن يكون له عدد من هذه الكواكب الصغيرة وسوف نترك للقارئ مهمة تقدير عدد الكواكب التي يحتمل وجود الحياة بها.

## الخاتمة

إن السؤال الذي حير "جيوردانو برونو"، وأودى بحياته، لا نستطيع الإجابة عليه بعد، على الرغم من أن ما نعرفه الآن عن الكون قد زاد آلاف المرات عما كنا نعرفه منذ ثلاث قرون ونصف قرن، أي منذ الوقت الذي كان يعيش فيه جيوردانو. وقد أضحى في مقدورنا إنشاء مناظير أكبر وأقوى من مناظير تلك العهد، وها نحن الآن نقترب من العصر الذي سوف يصبح فيه السفر في الفضاء حقيقة واقعة.

منذ عهد قريب بعث أشخاص منا بإشارات لاسلكية إلى القمر، ولم يكن أحد هؤلاء عند إرساله لهذه الإشارات يتوقع استقبال إشارات مماثلة من القمر. ولم يكن هؤلاء الرجال يقصدون من إجراء هذه التجربة سوى توجيه هذه الإشارات حتى تصطدم بسطح القمر، ثم تنعكس هناك وتتجه إلى الأرض، فيستقبلها مرة أخرى. وقد تم ذلك بالضبط كما كان متوقعاً، واستغرقت هذه الإشارات في ذهابها وإيابها مدة من الزمن استطاعوا أن يعرفوا منها بعد إجراء عمليات حسابية بُعد القمر عن الأرض. وأيدت هذه الحسابات صحة ما سبق أن توصل إليه الفلكيون من قبل.

وقبل إجراء هذه التجربة بسنوات عديدة اقترح أحد الأشخاص إرسال رسائل إلى الفضاء حتى نشجع سكان العوالم الأخرى على الرد على رسائلنا. والحقيقة أنه قد أصبح في مقدورنا الآن الاتصال لاسلكياً بكواكب أخرى في مجموعتنا الشمسية وفي مجموعات أخرى. ويمكننا أن نجعل هذه الإشارات بالقوة

بحيث يمكن استقبالها هناك بكل وضوح. ولا شك أن هذه الإشارات سوف تستغرق سنوات عديدة قبل أن تصل إلى أقرب النجوم إلينا (الموجات اللاسلكية تسير بسرعة الصوت) أي أن الفترة التي تمضي بين قولنا "هنا الأرض" وبين سماعنا إلى قولهم "كوكب (س) يجاوبكم" قد تبلغ ثمانية سنوات ونصف سنة. على أن هذه التجربة مصيرها الفشل حتما.

وقد قال في ذلك العالم الفلكي المعروف كارول كيبنهور: "لقد وُجد الإنسان على الأرض منذ ٥٠٠.٠٠٠ سنة، بينما يرجع تاريخ معرفته للموجات اللاسلكية إلى ٦٠ سنة فقط. فإذا فرضنا وجود مخلوق شبيه بالإنسان في مكان ما من الكون، وأنه اكتشف طبيعة الموجات اللاسلكية القصيرة منذ ملايين أو آلاف السنين، وفكر في إرسالها إلى الفضاء حتى يتمكن من الاتصال بإنسان العالم الآخر. أليس أقرب إلى المعقول أن نقول انه استمر في إرسال هذه الموجات اللاسلكية لمدة طويلة من الزمن حتى اعتراه اليأس من تلقي أي إجابة على رسائله هذه !!؟ أو لعله اعتقد أن الكواكب الأخرى خالية من السكان؟ أو حتى بفرض وجود سكان بهذه الكواكب فهم سكان أغبياء ".

وعلى هذا فاحتمال نجاح علمائنا في التقاط إشارات لاسلكية من سكان كوكب آخر هو احتمال ضعيف جداً. ومع ذلك فقد بدأ العلماء ومنذ زمن ليس بالقصير ينصتون إلى الإشارات التي تصلنا من الكون بواسطة أجهزة استقبال غاية في الدقة، وليس هذا من أجل محادثة سكان كواكب أخرى إنما الغرض من علم الفلك اللاسلكي، هو الحصول على معلومات أخرى عن الشموس التي لم يكن في مقدور المناظير العادية أن ترينا إياها. ولعل أهم محطة لهذه الأبحاث هي المحطة الموجودة في جودريل بانك، بالقرب من مانشستر بإنجلترا. كذلك تجرى أبحاث كثيرة أخرى من هذا النوع في استراليا.

إن سكان الأرض هم سكان كوكب ليس إلا دقيقة متناهية في الصغر إذا ما قورن بالكون اللانهائي. إنهم هم أنفسهم الذين يقيسون مسافات ودرجات حرارة، ويختبرون مواد لا يرونها، بل وقد لا يستطيعون تصورها. وهم أيضاً الذين يبحثون داخل هذا الكون الصغيرة جداً.. "الذرة".. ثم يطبقون ما يعرفونه عن هذا الكون الصغير على الكون الكبير الذي يحيط بهم. وهم ينشئون لذلك مناظير ضخمة، ولا غرض لهم من وراء هذا سوى معرفة شيئاً عن قوانين هذا الكون الكبير.

وسكان الأرض خلال عملهم هذا يسألون أنفسهم: "هل هناك مخلوقات أخرى في الكون شبيهة بنا؟ .. أم أن الكون لا يوجد به سوانا؟". والإنسان لا يستطيع الحصول على إجابة لكل هذه الأسئلة. إنه يعرف أن هناك كوكبا توجد عليه أشياء حية، يتغير لونها إلى اللون الأخضر كلما حل الربيع.. ويعرف أن هناك كواكب أخرى عديدة تقع تحت ظروف لا تساعد على قيام الحياة.

إن العناصر التي يجب توافرها بالكواكب، حتى تقوم الحياة فيها، كثيرة ومن المتعذر وجودها. فحجم الكوكب يجب ألا يكون متناهيا في الصغر وإلا لما احتفظ بجو. ويجب كذلك ألا يكون كبيرا جداً وإلا لاحتوى جوه على نسبة كبيرة من الهيدروجين، الذي يتسبب في تكوين غاز سام هو الميثين. ويجب أن يكون الكوكب على بعد معين من الشمس، وأن يدور حول محورها، وأن يكون له تغيرات فصولية منتظمة. ولما كان عدد الكواكب التي يضمها الكون كبيراً جداً فمن المحتمل والأمر كذلك، أن تتوافر هذه الشروط في بعضها على الأقل.

لقد أتاح لنا منظار جبل بالومار الضخم رؤية مناطق بعيدة، بل بعيدة جداً، ومعرفة مجرات على مسافات كبيرة وأجواء الشموس القريبة، وسحب الغبار الموجودة بين النجوم. والفلكيون بين الحين والآخر يديرونه وجهة أجرام

توجد في مجموعتنا الشمسية. ومنذ أشهر معدودة استخدموه في التقاط صور فوتوغرافية للقمر والمشترى وزحل، ولم تختلف هذه الصور كثيراً عن الصور التي التقطت بواسطة منظار المائة بوصة، فلم تظهر فيها أشياء جديدة تثير الدهشة.

لقد أنفق جورج إليري هيل جزءاً كبيراً من حياته ليجعل من منظار جبل بالومار حقيقة واقعة. ولقد صمم هذا المنظار وشيده حتى يدرك الإنسان مكانه من هذا الكون، ولكي يبين لشعوب الأرض قاطبة أن عليهم واجباً أسمى بكثير من إشعال الحروب فهناك الكون اللانهائي.. والسفر إلى الكواكب المجاورة.. والبحث عن إخواننا في الفضاء.. ترى هل تصبح هذه الأمور أخبار المستقبل؟؟

# الفهرس